www.radio.ru

10•2011

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

ЗОЛОТОЙ ФОНД ПРЕССЫ 2011

Программно-аппаратный комплекс

«Скат»

- УМЗЧ с токовым управлением
- Универсальный блок питания
- Разработки японских радиолюбителей
- Простой приёмник наблюдателя

...и ещё 19 конструкций

ISSN-0033-765X

10
2011

Уважаемые читатели!

В почтовых отделениях началась подписка на первое полугодие 2012 года.

Отпускная цена одного номера журнала по каталогу Агентства «РОСПЕЧАТЬ» — 80 рублей.

Индекс журнала «Радио» в каталоге Агентства «РОСПЕЧАТЬ» — 70772.

Подписка на 6 номеров (без учета стоимости местной доставки) — 480 рублей.

Всё, что вы платите сверх этой суммы — подписная цена, в которую входит стоимость услуг по доставке журнала от вашего узла связи до вашего дома.

При подписке по другим каталогам цена может отличаться в большую или в меньшую сторону (зависит от стоимости местной доставки).

Индекс журнала «Радио» в объединённом каталоге «Пресса России» — 89032.

Индекс журнала «Радио» в Каталоге Российской прессы «Почта России» — 61972, 16562.

Стоимость полугодовой подписки при получении журнала в редакции (без рассылки) для физических лиц — 450 рублей, для юридических лиц — 500 рублей.



В редакции журнала «Радио» можно приобрести журналы

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой в Россию	Стоимость одного номера с пересылкой в остальные страны
2006	1—12	15 руб.	47 руб.	75 руб.
2007	1—12	25 руб.	57 руб.	85 руб.
2008	1—12	35 руб.	70 руб.	95 руб.
2009	1—12	45 руб.	80 руб.	105 руб.
2010	1—12	50 руб.	85 руб.	110 руб.
2011	с 1—го	70 руб.	110 руб.	130 руб.

Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

Деньги за интересующие вас журналы или наборы нужно отправить переводом на расчетный счет, указанный ниже.
На бланке обязательно напишите, за какие журналы или наборы вы переводите деньги, и укажите свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на расчетный счет, мы отправим ваш заказ.

Получатель ЗАО «Журнал «Радио», ИНН 7708023424/770801001, р/с 40702810438090103159, ОАО «Сбербанк России», г. Москва, К/с 30101810400000000225, БИК 044525225, почтовый индекс банка 101000.

Редакция журнала «Радио» совместно с ООО «Чип набор» распространяет наборы для радиолюбителей (подробнее на сайте по адресу: http://www.radio.ru/news/097/):

1. «USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910». Схема и описание программатора опубликованы в журнале «Радио» № 7 за 2008 г., автор А. Рыжков, г. Новокузнецк. При изготовлении набора были учтены пожелания читателей, и принципиальная схема USB программатора была соответствующим образом доработана.

2. «Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676», описание которого опубликовано в статьях В. Шкильменского («Радио», 2008, № 11, с. 36—38; 2009, № 4, с. 38, 39). Устройство доработано, изменена его схема, усовершенствована программа микроконтроллера. Блок зажигания, собранный из этого набора, может работать в четырех режимах:
   - без электронного датчика разрежения;
   - с самодельным датчиком разрежения (в комплект не входит, подробно о его конструкции можно прочитать в журнале «Радио» № 11 за 2008 г.);
   - с промышленным датчиком абсолютного давления ДАД 45.3829 (в комплект не входит, можно купить в магазинах автозапчастей);
   - в качестве формирователя угла ОЗ для работы с бесконтактной системой зажигания.

3. «Цифровое устройство защиты с функцией измерения», описание которого опубликовано в статьях «Цифровое устройство защиты с функцией измерения» («Радио», 2005, № 1, с. 32—34) и «Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения» («Радио», 2007, № 7, с. 26—28), автор Н. Заец. Устройство предназначено для использования совместно с блоком питания или зарядным устройством. Прибор защищает нагрузку от перегрузки по току и от превышения напряжения питания. Кроме того, он обеспечивает удобную цифровую индикацию тока и напряжения, установку пределов срабатывания защиты и их сохранение в энергонезависимой памяти.

Каждый набор включает в себя запрограммированный микроконтроллер, печатную плату с нанесенным на ней (для удобства монтажа) расположением элементов (вид со стороны деталей), набор деталей, инструкцию с описанием монтажа и настройки.

Стоимость наборов с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ:

Набор для сборки «USB программатор» — 690 рублей, набор для сборки «Переходник для программирования МК ATmega» — 280 рублей, корпус (подходит только для набора «USB программатор») — 180 рублей, провод соединительный «USB A-B 1.5 метра» — 180 рублей (все 4 наименования — 1060 рублей). Набор «Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676» — 1200 рублей. Набор «Цифровое устройство защиты с функцией измерения» — 910 рублей.

Наш адрес: 107045, г. Москва, Селиверстов пер., 10. Часы работы киоска с 10.00 до 17.00 (Пн. — Чтв.), без перерыва. В пятницу — с 10.00 до 16.00.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Программно-аппаратный комплекс "СКАТ" (см. статью на с. 24).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

АВТОИНФОРМАТОР
ЛАБОРАТОРНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ
АВТОМАТЫ СВЕТОВЫХ ЭФФЕКТОВ
ИНТЕРФЕЙС КОМПЬЮТЕР-ТРАНСИВЕР

Тираж журнала «Радио» № 9 сдан для рассылки подписчикам 05.09.2011 г.

Отдел рекламы журнала «Радио»
тел.: 608 9945, тел./факс: 608 7713
advert@radio.ru

FLUKE®

Ощутите разницу при покупке токоизмерительных клещей Fluke!

Основные сведения о токоизмерительных клещах

Токоизмерительные клещи представляют собой электроизмерительный прибор, содержащий базовый цифровой мультиметр и датчик тока, охватывающий проводник. Основное преимущество конструкции — встроенные клещи, позволяющие измерять большой ток в любой точке электрической системы без необходимости размыкания цепи или использования переходников.

Преимущества токоизмерительных клещей Fluke

Они обеспечивают пользователям идеальную гибкость применения, предоставляя возможность проведения всего цикла необходимых измерений без использования других приборов:

- измерение больших значений переменного тока, напряжения переменного и постоянного тока, сопротивления, функция "прозвонки", а в некоторых моделях измерение постоянного тока, ёмкости, температуры, частоты и других параметров;
- конструкция со встроенными клещами позволяет измерять ток в проводе в любой точке электрической системы без необходимости размыкания цепи или использования переходников. В промышленности при диагностике оборудования часто возникает необходимость проведения одновременных измерений различных параметров и поэтому сотрудникам приходится носить несколько приборов. Например, один для измерения электрического тока, другой — напряжения.

Токоизмерительные клещи являются наиболее универсальным диагностическим инструментом. Электрики, проводящие поиск неисправностей, получают дополнительные преимущества при использовании отдельных клещей и цифрового мультиметра, поскольку каждый прибор обладает уникальной возможностью проведения одновременных измерений.

Достоинства клещей Fluke

Токоизмерительные клещи Fluke предназначены для работы в сложных условиях, позволяют получить достоверные и свободные от помех результаты, обеспечивают высокий уровень безопасности пользователей и их квалификации при проверке работоспособности оборудования.

Продуманная функциональность

Конструкция приборов Fluke обеспечивает простоту использования и избавляет от путаницы с функциями, которая часто мешает в работе.

Воспроизводимые, свободные от помех результаты

Понимание особенностей работы пользователей и сложности современных электрических устройств позволило создать клещи, способные выполнять свободные от помех, достоверные измерения тока без необходимости размыкания цепи.

Защита авторитета клиентов

Пользователи могут с уверенностью использовать показания токоизмерительных клещей для обоснования причин неисправности и возможных путей её устранения.



Уникальные преимущества

Качество наших клещей обеспечивается тем, что они были тщательно разработаны, изготовлены и проверены в компании Fluke. Наши специалисты постоянно работают с пользователями, а затем создают клещи с учётом их потребностей.

Лучшая в своём классе конструкция

Токоизмерительные клещи просты в использовании и оптимизированы для практического применения:

- на большом удобном дисплее автоматически устанавливается требуемый предел, поэтому при проведении измерений нет необходимости изменять положения переключателя;
- эргономичный корпус удобно держать в руке, в том числе и при ношении средств индивидуальной защиты;
- катушка iFlex предназначена для применения в распределительных коробках малых размеров;
- съёмный дисплей позволяет проводить дистанционные измерения, что повышает производительность, безопасность и удобство.

Доказанная прочность и надёжность

Токоизмерительные клещи Fluke являются наиболее прочными из представленных на рынке, а их параметры превосходят требования стандартов безопасности. Конструкция клещей выдерживает, падение с лестницы и удары в багажнике автомобиля при транспортировании, а также работу в помещениях и на открытом воздухе, в жаркую и холодную погоду.

Прибор прошёл более сорока тяжелейших испытаний (включая вибрацию, ударные нагрузки, температурное воздействие, проверку надёжности электрических соединений и срока службы переключателя) перед поступлением в продажу.

Применение последних технологических достижений

Новейшие технологии обеспечивают получение надёжных результатов, предоставляют пользователям возможность быстрой оценки возникшей проблемы и определения возможной причины.

Пусковой бросок тока

В токоизмерительных клещах Fluke использована запатентованная технология фильтрации помех и снятия показаний пускового тока в точном соответствии с его воздействием на устройства защиты цепей.

Функция измерения пускового тока специально предназначена для снятия показаний при включении электродвигателей и других устройств.

В отличие от методов измерения пикового, минимального, максимального и пускового тока других производителей (показания которых зачастую расходятся при повторных измерениях), токоизмерительные клещи Fluke измеряют пусковой ток так же, как его воспринимают приборы защиты от перегрузки по току.

Обработка сигнала по последнему слову техники

Токоизмерительные клещи Fluke предназначены для использования в электрических цепях с помехами и обеспечивают:

- стабильные показания напряжения, тока и частоты при измерениях параметров электропривода на различных частотах;
- встроенную фильтрацию, не влияющую на скорость вывода информации на дисплей.

Функция измерения пускового тока и оптимальная обработка сигнала позволяют использовать рабочее время для устранения неисправностей испытуемой системы, а не токоизмерительных клещей.

Более 90 процентов пользователей электрического и промышленного оборудования приобретают токоизмерительные клещи Fluke, а не какой-либо другой марки. Почему? Причина тому — приверженность компании Fluke к созданию наиболее безопасных токоизмерительных клещей высшего качества, сочетающих передовые технологии с удобством эксплуатации и высокой точностью.

Дополнительную информацию можно получить в Интернете по адресу <www.fluke.ru/clamps>.

Издается с 1924 года

РАДИО®

10•2011

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 19.09.2011 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 11-09-00315.

Год 2011-й — Год российской космонавтики



Радиолюбители и первые ИСЗ

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва;
Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

В истории нашей страны до войны и в послевоенные годы бывали ситуации, когда для решения, скажем так, народно-хозяйственных задач государство в массовом порядке привлекало радиолюбителей, например, для участия в радиофикации страны или для создания в стране карты электропроводности почв. В серии массовых радиолюбительских экспериментов особо выделяется участие коротковолновиков и ультракоротковолновиков в наблюдениях за запуском и полётом первых искусственных спутников Земли (ИСЗ).

Для учёных и инженеров, занимавшихся их созданием, было важно на самом первом этапе не только оперативно и надёжно зафиксировать по радиосигналам, поступающим с борта ИСЗ, сам факт их выхода на орбиту, но и не пропустить какие-то детали их полёта. Не говоря уже о том, что необходимо было получить информацию об особенностях распространения радиоволн на трассе Космос—Земля. При ограниченном числе военных и гражданских пунктов наблюдения за ИСЗ, которые были в распоряжении профессионалов в то время, в этой программе могли быть и провалы.

Вот тогда-то и возникла идея привлечь за наблюдениями сигналов ИСЗ радиолюбителей. Тысячи радиолюбительских приёмных пунктов, расположенных по всей территории страны, могли бы существенным образом дополнить информацию, поступающую из ограниченного числа профессиональных приёмных пунктов.

Впервые эта идея была озвучена на страницах журнала "Радио" заслуженным деятелем науки, профессором П. Шмаковым. В январском номере журнала за 1957 г. он написал: "Хорошо было бы мобилизовать радиолюбителей на приём радиосигналов, которые будут посылаться спутниками, и сообщение сведений о них в научные штабы".

Предложение это получило поддержку и дальнейшее развитие. И вот что удивительно, при всей секретности, в которой шли работы по подготовке к запуску первого искусственного спутника Земли, основные параметры его бортовой аппаратуры были заранее объявлены на страницах журнала "Радио".

На его страницах было опубликовано официальное обращение Академии наук СССР к радиолюбителям страны, а начиная с июньского номера журнала за 1957 г. стали регулярно появляться статьи, которые готовили радиолюбителей к проведению этого очень важного для страны массового эксперимента. Это были и рассказы об особенностях движения по орбитам космических объектов и о том, как вести наблюдения за радиосигналами ИСЗ, и какие их параметры важно зафиксировать. На страницах журнала появились описания специализированного приёмника для таких наблюдений и пеленгационной приставки, разработанных специально для публикации в журнале сотрудниками Института радиотехники и электроники Академии наук СССР. По линии радиоклубов ДОСААФ прошли даже тренировки по приёму сигналов аналога бортового комплекта радиоаппаратуры спутника, размещённого на борту самолёта.

Необходимо заметить, что, кроме публикаций в журнале "Радио", были и специальные информационные письма-бюллетени. Они поступали в местные радиоклубы через спецчасти обкомов ДОСААФ. Радиолюбителям рекомендовалось использовать специально изготовленные приставки и конвертеры к приёмным устройствам для точного измерения эффекта Доплера. Правда, некоторые из этих рекомендаций оказались излишними — регистрация сигналов спутника успешно обеспечивалась и армейскими приёмниками, которые

Институт радиотехники и электроники АН СССР просит радиолюбителей сообщить о подготовке к приему сигналов со спутников, запускаемых в СССР, присылать описания радиоаппаратуры, а после наблюдения спутника сообщить данные о радиосигналах и пересылать магнитные пленки с записями сигналов по адресу: Москва, К-9, Моховая ул., 11, ИРЭ АН СССР.

В сообщении желательно указывать:

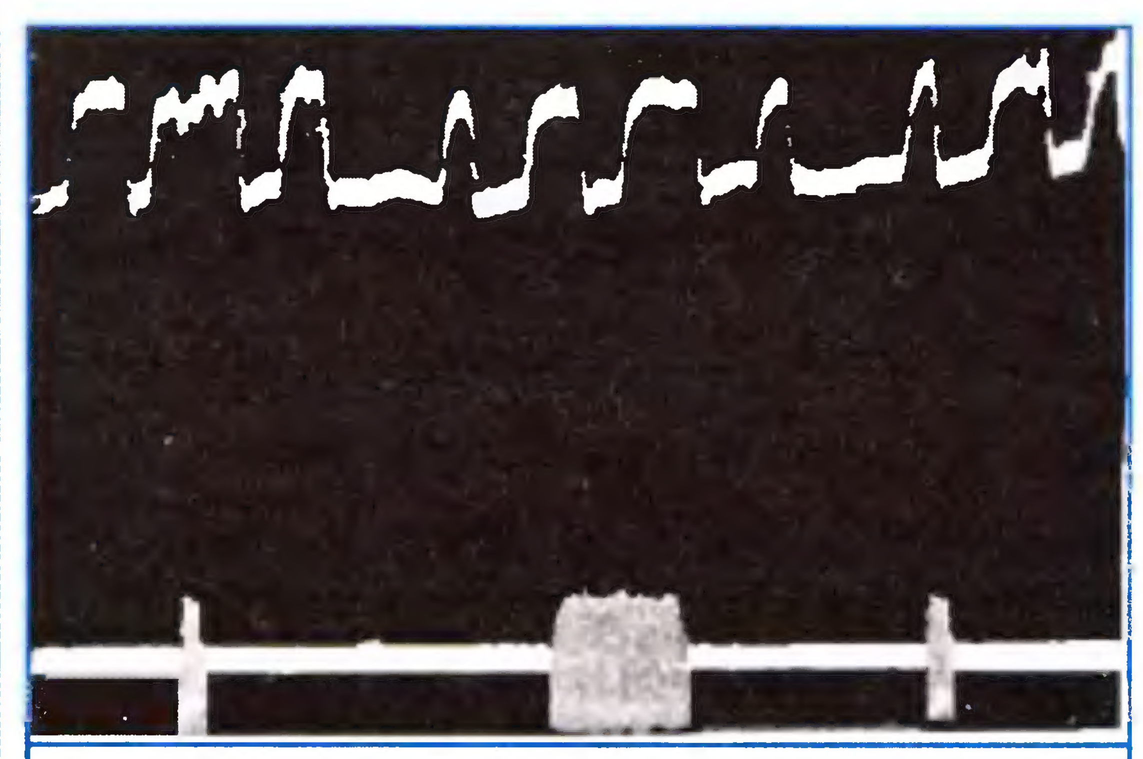
1. Место наблюдения.
2. Дата наблюдения.
3. Время — московское (начало приема, конец приема и момент наибольшей силы сигнала).
4. Как отсчитывалось время (по обычным, выверенным часам или же использовались сигналы единого времени).
5. Частоты принимаемого сигнала.
6. Особенности приема (замирания сигнала, пропадания сигнала и возникновения его скачком и т. д.).
7. Скорость манипуляции сигнала.
8. Момент прохождения равносигнальной зоны (при использовании пеленгационной приставки) или момент наибольшего прохождения (при использовании эффекта Допплера).
9. Метеорологические условия в момент приема (облачность, осадки и т. д.).
10. Тип приемника или приемной аппаратуры.
11. Тип антенны и место ее установки (окружающие предметы).
12. Тип магнитофона и скорость протяжки магнитной ленты (в мм/сек).
13. Фамилия, имя и отчество наблюдателя и его точный адрес, радиолюбительский стаж.

По окончании приема сигналов просим немедленно кратко сообщать место приема, дату, время (московское) и частоту сигнала телеграммой по адресу: Москва—спутник.

Обращение Академии наук к радиолюбителям страны (журнал "Радио", 1957, № 7).

были в распоряжении многих радиолюбителей.

И вот день, которого так ждали радиолюбители страны, наступил. Утром 5 октября 1957 г. весь Земной шар облетела сенсационная весть — в СССР, в ночь с 4-го на 5 октября, выведен на орбиту первый в мире искусственный спутник Земли. Напомним, что он был запущен в рамках Программы Международного геофизического года (МГГ), который начался 1 июля 1957 г. и проходил в течение всего 1958 г. ИСЗ представлял из себя шар диаметром 58 см и весом 83,6 кг, имел четыре стержневые антенны разной длины (от 2,4 до 2,9 м). Высота его орбиты в апогее составляла около 1000 км.



Сигналы первого ИСЗ, записанные Владимиром Гончарским (UB5WF).



Львовянин Владимир Гончарский (UB5WF) принимает сигналы первого ИСЗ.

На спутнике были установлены два передатчика (один — на частоту 20,005 МГц, другой — на 40,002 МГц), сигнал состоял из серии "точек" телеграфной азбуки ("пип-пип-пип...").

В адрес "Москва — Спутник" (это был почтовый адрес специального Комитета при АН СССР, созданного в рамках МГГ — Комитет СССР по МГГ) поступили многие тысячи донесений (записи радиосигналов на магнитную ленту, измерения напряжённости поля, регистрация времени слышимости и характера радиосигналов) более чем из трёхсот населённых пунктов (радиоклубы ДОСААФ и индивидуальные любительские радиостанции), расположенных в самых различных районах СССР. За сигналами спутника наблюдали и в Антарктиде (на станции "Мирный"), и на Северном полюсе (станция "СП-6").

Первое сообщение о приёме радиосигналов ИСЗ на радиостанцию ЦРК СССР (UA3KAA) поступило утром 5 октября от хабаровчанина А. Горковенко (UA0CD), который их фиксировал с 00.20 до 00.28 (MSK). Следующим было донесение от магаданца В. Штыхно (UA0IA)...

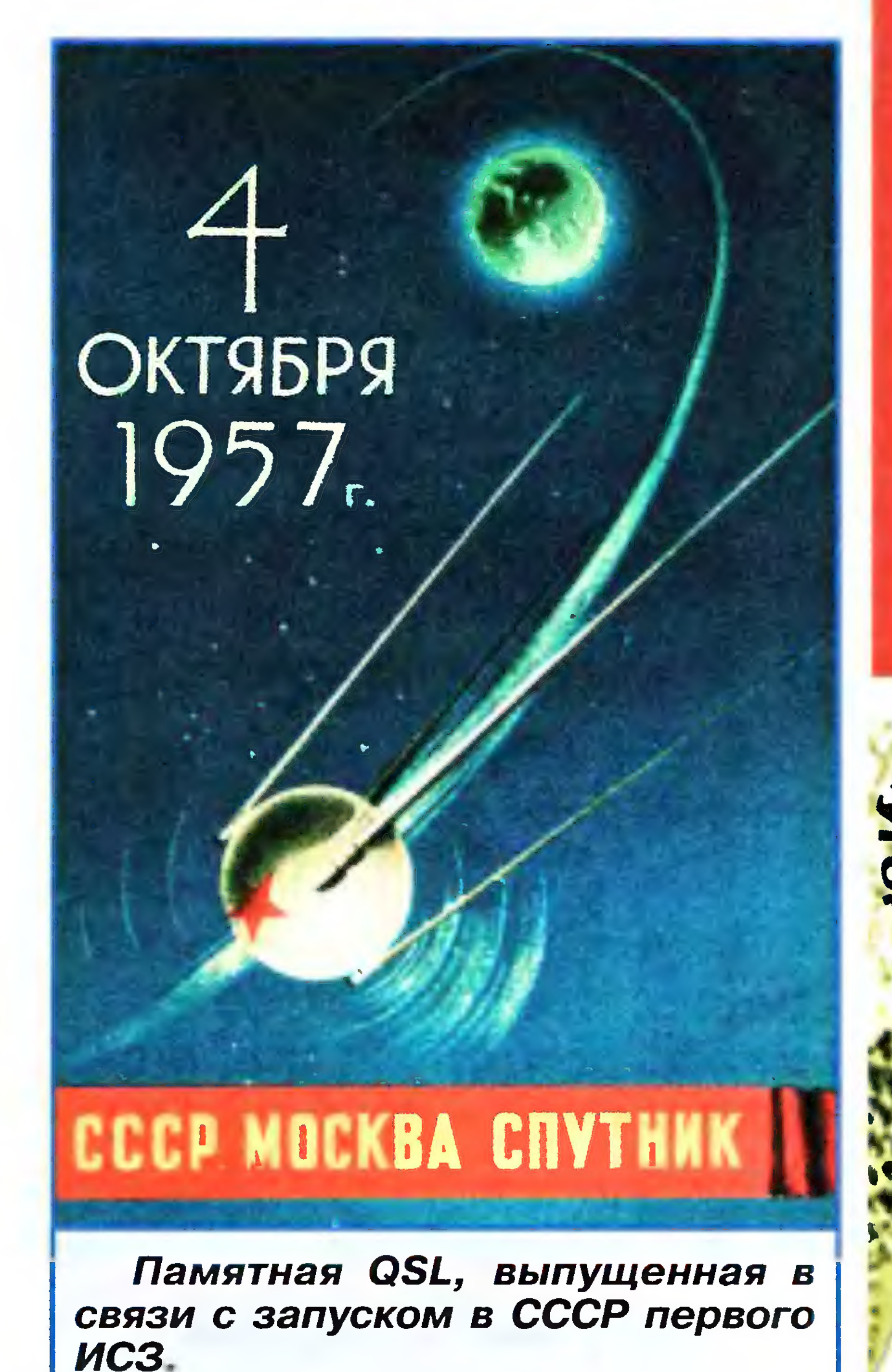
Отчёты, магнитофонные записи и обычные письма-отзывы о приёме сигналов космического "первенца" прислали и радиолюбители из многих стран мира: ГДР, Венгрии, Болгарии, Польши, Югославии, Румынии, Чехословакии, Великобритании, Бразилии, Голландии, Израиля, Италии, ФРГ, Франции, ЮАР, США, Португалии.

Редакция журнала "Радио" ежедневно получала сотни писем-откликов от представителей радиолюбительских СМИ, Академий наук многих стран и персонально от крупных учёных (например, от Тура Хейердала).

Комитет СССР по МГГ разослал всем, принявшим участие в наблюдениях за "первенцем", специальные открытки-благодарности, а ЦРК СССР выпустил массовым тиражом бланки специальных памятных QSL.

Затем был запуск второго и последующих ИСЗ, что также было отмечено выпуском массовыми тиражами специальных QSL, а некоторые коротковолновики печатали и свои персональные QSL с космической тематикой.

В 1959 г. за активные наблюдения за радиосигналами первых двух ИСЗ — первых разведчиков космоса — памятными жетонами АН СССР были награждены UA1AR, UA3TA,



Памятная QSL, выпущенная в связи с запуском в СССР первого ИСЗ.



Участнику наблюдений за первыми в мире Советскими искусственными спутниками Земли

Кашин

Благодарим Вас за присланные сообщения. Ваши наблюдения представляют научную ценность и используются нами при обработке материалов в соответствии с программой Международного геофизического года.

Мы надеемся и в дальнейшем получать Ваши сообщения.

Комитет СССР по МГГ

Львов, пред.

Благодарность Комитета СССР по МГГ, полученная Николаем Кашиным (UB5EF).

UA3DQ, UA1OE, UA6LA , UA9OK, UA0CD, UA0FR, UA0RW, UB5MF, UB5WF, UH8AA, UQ2AN, RG6ABD, RI8AKR.

Несколько ранее (в конце ноября 1957 г.) эти радиолюбители, а также UA0IA , UA0IG, UF6FB, UA9WAA, RA9MBN и UA9YX были отмечены дипломами и поощрительными призами журнала "Радио" (радиоприёмники, фотоаппараты, часы) за приём сигналов первого искусственного спутника Земли.

Приз, полученный UB5WF, и поныне бережно хранится у его сыновей. Это музыкальный макет первого ИСЗ. Снизу макета находится ручка завода пружины механизма, который вращает специальный барабан. По всей его плоскости установлены несколько сотен "иголочек". По мере вращения барабана либо одна, либо сразу несколько (по соответствующей программе) иголочек приподнимают соответствующее число пластинок. Возвращаясь в исходное положение, пластинки издают соответствующие по тональности звуки. Сначала звучит шесть "точек", а затем играют три такта мелодии — куплет из популярной в те годы песни "Широка страна моя родная...".

Призами журнала "Радио" были отмечены и коллективы радиоклубов. Первый приз (телевизор "Темп-3") был присуждён Хабаровскому радиоклубу за составление графика напряжённости поля и проведение магнитной записи 60 сеансов. Второй приз (радиоприёмник "Даугава") получил Магаданский радиоклуб за проведение в течение пяти дней 120 сеансов наблюдений, а третий приз (магнитофон "Эльфа-6") был вручён Ленинградскому городскому радиоклубу за проведение 23 сеансов на частоте 40 МГц и 53 сеансов — на 20 МГц.

Наблюдения специалистов и радиолюбителей были систематизированы. Анализ этих материалов позволил получить сведения о качественных и количественных характеристиках принимаемых со спутников сигналов (например, замирания, их разновидности, причины возникновения и основные закономерности). Собранные при участии радиолюбителей материалы наблюдений за первыми советскими искусственными спутниками Земли стали не только источником для научных обобщений, но и послужили основой для проведения новых исследований.

Читатели, приславшие в редакцию любые пять из шести купонов за полугодие, смогут претендовать на один из призов.

ВНИИРТ — от РУС-2 до "ПАНЦИРЯ-С1"

В. БАРТЕНЕВ, доктор техн. наук, г. Москва

В 1966 г. Постановлением СМ СССР НИИ-244 присваивается новое наименование — Яузский радиотехнический институт (ЯРТИ). К этому времени относится создание уникальной автоматической низковысотной РЛС СТ-68. Несмотря на достоинства РЛС "Тропа" возросшие требования к эффективности обнаружения низколетящих малоразмерных целей в условиях интенсивных активных и пассивных помех привели к тому, что в 1970 г. институт приступил к разработке мобильной трёхкоординатной РЛС СТ-68.

Это была прогрессивная РЛС по многим показателям. Во-первых, это была многофункциональная РЛС, в которой, кроме активных режимов работы, был реализован режим пассивной пеленгации постановщиков активных помех. Многофункциональность проявлялась и в использовании дополнительного приёмного канала с квазинепрерывным сигналом. Следующее достижение состояло в том, что впервые в этой РЛС была применена фазированная решётка на основе волноводно-щелевых линеек. Впервые в РЛС был использован автосъём радиолокационной информации с функциями автозахвата, автосопровождения и автоматической выдачи информации потребителям об обнаруживаемых целях. И, наконец, самое главное, в этой РЛС впервые была реализована цифровая когерентная обработка сигналов, в частности, впервые в отечественной радиолокации была реализована цифровая адаптивная компенсация пассивных помех.

Первые твердотельные РЛС

В 1971 г. ЯРТИ переименовали во Всесоюзный НИИ радиотехники (ВНИИРТ). К этому времени в институте развёртывается целая серия НИР, направленных на создание научно-технической базы для разработки РЛС нового поколения. Облик РЛС нового поколения должен был отвечать многим требованиям, в частности, таким как цифровая обработка сигналов, так называемое твердотельное исполнение, адаптивность в сложной помеховой обстановке, унификация как "межвидовая" (РЛС для решения не только военных задач), так и "внутривидовая" по применяемым в РЛС модулям и блокам.

В результате созданной научно-технической базы в институте разрабатываются несколько твердотельных РЛС блочно-модульного построения — семейств "КАСТА" и "ГАММА". Особо хотелось бы остановиться на РЛС семейства "ГАММА". В это семейство пока входят только две станции: "ГАММА-ДЕ" (**фото 3**) и "ГАММА-С1". Разработка и испытания этих первых твердотельных РЛС с фазированной антенной решёткой (ФАР) занимают особое место в истории ВНИИРТ. В частности, в РЛС "ГАММА-ДЕ" впервые была применена приёмно-передающая ФАР, активная на передачу и полуактивная на приём. Применены адаптивные методы помехозащиты для борьбы как с пассивными, так и активными помехами, впервые применена система распознавания классов целей. Несмотря на экономические трудности, в 1993 г. РЛС "ГАММА-ДЕ" была принята на вооружение.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2011, № 9

Первые РЛС с программируемой цифровой обработкой сигналов

Одно из наиболее важных достижений в области радиолокационной техники в прошлом веке — создание во ВНИИРТ твердотельных РЛС. Теперь такие станции становятся программируемыми. Программируемая РЛС — это не только цифровая, но и реконфигурируемая РЛС, способная к постоянному усовершенствованию и модернизации только за счёт смены программного обеспечения. Концепция программируемой РЛС отражает главное изменение в конструкторской парадигме современных станций, для которых соотношение аппаратно-программных средств выбирается с явным преобладанием программных средств, что и обеспечивает возможность быстрого изменения тактико-технических характеристик РЛС в соответствии с изменяющимися требованиями и возможностями [5].

С появлением целых семейств высокопроизводительных сигнальных процессоров (DSP), а также ПЛИС (FPGA) открылись новые горизонты в развитии программируемых РЛС. Традиционные цифровая фильтрация, цифровая селекция движущихся целей, стабилизация (ограничение на количество) ложных тревог, обнаружение, накопление, формирование отметок и трассовая


Фото 3


Фото 4

обработка стали обычной радиолокационной практикой, широко реализуемой на программируемых устройствах. Проекты, реализованные на сигнальных процессорах, проникают уже в такие области, как управление ФАР, программное формирование различных излучаемых сигналов с большими частотно-временными интервалами и их сжатие.

Первый опыт разработки программируемой РЛС для управления дорожным движением "ФОДОКОМ-2С" во ВНИИРТ относится к 1990 г. В этой РЛС непрерывного излучения сигналы квадратурных каналов через АЦП поступали к сигнальному процессору. На первом советском сигнальном процессоре серии 1867 в реальном масштабе времени была реализована доплеровская фильтрация по алгоритму 256-точечного быстрого преобразования Фурье с весовой функцией Хемминга для минимизации уровня боковых лепестков в частотной области. Эта программируемая доплеровская РЛС показала все преимущества концепции программируемых станций. Действительно, традиционные РЛС требуют многих лет усилий большого коллектива разработчиков для отладки различных компонент радиолокационных систем и сопряжения их между собой. Время разработки нового продукта — ключевой момент в современных рыночных условиях. А создание программируемой РЛС существенно сокращает период разработки новых моделей. Сегодня практически все разрабатываемые во ВНИИРТ РЛС используют программируемую цифровую обработку сигналов. В частности, в современной РЛС разработки ВНИИРТ для ЗРК "ПАНЦИРЬ-С1" (**фото 4**) используется высокопроизводительный программируемый модуль цифровой обработки сигналов на нескольких сигнальных процессорах.

В журнальной статье трудно охватить все достижения Всероссийского НИИ радиотехники, но и те, что приведены, говорят о большом вкладе, внесённом сотрудниками "Остехбюро", НИИ-20, НИИ-244, ЯРТИ, ВНИИРТ как в победу в Великой Отечественной войне, так и в обороноспособность нашей страны. Приведённые примеры демонстрируют, что и в тяжёлые годы войны, и в послевоенные, и в годы перестройки ВНИИРТ был на передовых позициях. Научно-технический задел этого оборонного предприятия получил развитие в новых КБ и НИИ, создаваемых выделением и переводом из него большого числа сотрудников. В частности, в созданное в 1944 г. ЦКБ-17 (ныне ОАО "Концерн радиостроения "Вега") была переведена большая группа специалистов, в том числе главный конструктор первой отечественной импульсной РЛС (РУС-2) лауреат Сталинской премии А. Б. Слепушкин и главный конструктор первой самолётной РЛС ("Гнейс-2") трижды лауреат Сталинской премии В. В. Тихомиров. Большая группа специалистов НИИ-20 в 1946 г. была переведена в НИИ-885 (ныне ФГУП "Российский НИИ космического приборостроения"), в их числе главный конструктор РЛС П-2, П-3 лауреат Сталинской премии М. С. Рязанский, главный конструктор радиолиний "Карбид" и "Бекан" дважды лауреат Сталинской премии Н. И. Белов. Такая практика продолжалась и в последующие годы. Сотрудников НИИ-20 переводили целыми отделами в КБ-1, НИИ-648, НИИ-101, НИИ-129 и на другие предприятия оборонного комплекса. Следует также добавить, что на базе ленинградского филиала "Остехбюро" был создан институт морской телемеханики и автоматики НИИ-49. С 1966 г. он был переименован в Центральный научно-исследовательский институт приборов автоматики — ЦНИИПА, теперь называется ОАО "Концерн "Гранит-Электрон". Часть сотрудников московского отделения "Остехбюро" пополнили коллектив созданного в 1933 г. Всесоюзного государственного института телемеханики и связи (ВГИТИС), который в 1936 г. переименовали в НИИ-10, сейчас он называется ОАО "Морской научно-исследовательский институт радиоэлектроники "Альтаир" (ОАО "МНИИРЭ "Альтаир") и входит, как и ОАО ВНИИРТ, в концерн "ПВО "Алмаз-Антей".

ЛИТЕРАТУРА

5. **Bartenev V. G.** Software Radar — New Reality. — Report: International conference "RADAR 2006", China, 2006.

РАДИО® Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-83-05 РАДИО № 10, 2011

В тесном кругу NFC

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Эксплуатация оборудования должна доставлять не удовольствие, а бизнес-эффект".

(из пособия по оптимизации бизнеса)

Технология

Технология связи в ближнем поле — NFC (Near Field Communication) — восходящая "звезда" инфокоммуникационного рынка. Она базируется практически на тех же технологиях, которые используются в радиочастотных метках и бесконтактных смарт-картах. С точки зрения пользователя, NFC невероятно гибка: достаточно двум устройствам фактически соприкоснуться, чтобы между ними образовалась связь, не требующая ни мучительной процедуры инициации соединения, ни ввода паролей. NFC организуется не только между двумя аппаратами, оснащёнными соответствующими NFC-модулями, но и, к примеру, между телефоном и стикером, содержащим, по аналогии со штрихкодом, информацию вроде адреса web-страницы или контактных сведений.

"Родители" NFC — компании **Philips** и **Sony**. Технология впервые продемонстрирована в 2002 г. NFC была одобрена как стандарт ISO/IEC (18092) 8 декабря 2003 г., а позже как стандарты ECMA и ETSI. С 2004 г. развитием NFC занимается некоммерческая организация **NFC Forum**, основанная компаниями **Sony**, **Philips** и **Nokia**. Компания **Nokia** выпустила свой первый телефон с NFC-интерфейсом в 2005 г.

Статус спонсоров **NFC Forum** имеют производитель микроэлектроники **NXP Semiconductors**, а также владельцы известных платежных систем **American Express**, **MasterCard Worldwide** и **Visa Int.** В январе 2004 г. **Visa Int.** совместно с **Philips** впервые продемонстрировала работу платёжных приложений на выставке Consumer Electronics Show в Лас-Вегасе. Участниками **NFC Forum** ныне являются практически все крупные операторы и поставщики оборудования связи. В числе ассоциированных участников — крупнейший мировой производитель смарт-карт **Gemalto** и ряд других.

NFC — технология с открытой платформой, стандартизированная в ECMA-340 и ISO/IEC 18092. Эти стандарты определяют параметры модуляции, кодирования, скорости передачи и радиочастотную структуру интерфейса устройств NFC, а также схемы инициализации и условия, требуемые для контроля за конфликтными ситуациями (коллизиями) во время инициализации — и для пассивных, и для активных режимов NFC. Кроме того, они также определяют протокол передачи, включая протокол активации и способ обмена данными. NFC объединяет множество ранее существовавших стандартов, включая ISO 14443, ISO 15693. Таким образом, телефоны, снабженные NFC, способны к взаимодействию с уже созданной ранее инфраструктурой считывателей.

Изначально NFC разрабатывалась для бесконтактной оплаты товаров и услуг с помощью мобильного телефона, как беспроводный интерфейс "длиной" в десяток сантиметров к электронному кошельку, с которого при покупке автоматически списывается определённая сумма. Но в итоге сфера её применения оказалась гораздо шире. В частности, NFC используется для считывания радиометок — при приближении модуля NFC к специальной радиометке (RFID) на объекте на экране телефона появится информация об этом объекте, например, цена, состав, срок годности и прочее. А ещё с помощью NFC возможно получение разнообразных платных и бесплатных справочно-информационных услуг или информации от различных систем мониторинга и т. п. То есть модуль NFC может использоваться просто как малогабаритный приёмопередатчик сверхмалого радиуса действия, который может, к примеру, передавать информацию с одного устройства на другое, если их поднести друг к другу.

Следует отметить, что последний вариант имеет множество аналогов в лице различных радиоинтерфейсов — от Bluetooth до WHDI (Wireless Home Digital Interface), разработчики которых боролись за качество, дальность и скорость передачи информации (вплоть до HD-видео). Каждый из них в чём-нибудь превосходит NFC, но основные преимущества NFC заключаются в сочетании простоты и дешевизны. По сравнению с другими бесконтактными технологиями, такими как Bluetooth, IrDa, Wi-Fi и т. п., NFC-технология характеризуется быстрым установлением канала связи (менее 0,1 с), малой энергоёмкостью и относительно высокой скоростью передачи данных. Да и аппаратная реализация NFC-интерфейса оказывается значительно дешевле.

В NFC используются те же методы организации радиоканала, что и в бесконтактных пассивных картах ближнего радиуса действия (до 10 см), включая диапазон радиочастот, используемый в промышленности и медицине: несущая — 13,56 МГц (диапазон ISM — Industrial, Scientific and Medical radio Bands, промышленные, научные и медицинские частоты) с полосой пропускания 2 МГц. Технология базируется на явлении взаимоиндукции, которая лежит в основе работы трансформатора. Если два устройства с чипами NFC поместить рядом, то их антенны в виде миниатюрных катушек индуктивности (рамочных антенн) образуют высокочастотный трансформатор. При этом с одного устройства на другое начнёт передаваться закодированная информация со скоростью 106, 212 или 424 кбит/с. Рабочее расстояние с компактными стандартными антеннами — до 20 см. На этом предельном расстоянии скорость передачи может уменьшиться вдвое или вчетверо, но, собственно, большей дальности и не требуется. Зачем мешать соседям заниматься тем же самым?

Технология NFC подразумевает два режима работы оборудованных ею устройств: пассивный и активный. В первом случае с "молчащего" объекта (он выступает в роли ретранслятора) информация считывается с помощью электромагнитного поля, создаваемого другим объектом, являющимся инициатором сеанса связи. При активном режиме оба объекта обмениваются информацией, попеременно создавая электромагнитное поле и выступая в роли ретрансляторов.

Существуют три коммуникационных режима для NFC-устройств:

- режим Peer-to-Peer (P2P) определён для коммуникаций устройство-устройство, когда два "электронных собеседника" обмениваются разнообразной информацией;
- режим чтения/записи позволяет приложениям обмениваться NFC-сообщениями (не является безопасным) — устройство ведёт себя как обычная бесконтактная карта;
- режим эмуляции NFC-карты позволяет мобильному телефону с NFC работать в качестве стандартной смарт-карты.

При организации передачи данных в NFC используется адаптивное кодирование. При хороших условиях приёма (424 кбит/с, 212 кбит/с) используется Manchester coding с коэффициентом модуляции 10 %, а в противном случае (на предельном расстоянии) — модифицированное Miller coding со 100 %-ной модуляцией, обеспечивающее 106 кбит/с. С целью повышения достоверности передачи информации устройства NFC могут получать подтверждение о сигнале, принятом на стороне "собеседника".

Функционально NFC позволяет организовать радиоканал для передачи данных на малые расстояния между различными типами электронных устройств, как обладающими функциями считывателя бесконтактной карты и непосредственно карты, так и имеющими возможность связываться друг с другом в качестве равноправных узлов. Таким образом, NFC может также работать, когда одно из устройств не

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

снабжено источником питания, и это может быть, к примеру, не просто бесконтактная кредитная смарт-карта, но и выключенный (!) мобильный телефон. Кроме того, используя NFC, можно устанавливать связь и с помощью других протоколов связи, например, Bluetooth и Wi-Fi, а также дистанционно осуществлять настройку различных электронных устройств. Например, для того чтобы связать по Bluetooth два смартфона с поддержкой NFC, можно просто поместить их достаточно близко друг к другу, чтобы сработало соответствующее подключение. Другими словами, инициирование подключения NFC используется в качестве события для запуска процесса автоматического связывания устройств по Bluetooth и передачи информации, избавляя пользователей от лишних манипуляций.

Конструкция

Встроить NFC-чип в какое-либо устройство можно разными способами. В частности, носителем чипа и передающей антенны может выступать сам аппарат, как это сделано в смартфонах Google Nexus S и Nokia C7. Можно поместить чип в сим-карту мобильного оператора, что позволит оплачивать товары и услуги не только с банковского, но и мобильного счёта. В этом случае при необходимости очень просто заблокировать услугу — достаточно позвонить оператору. Подобным образом технология реализована в смартфоне Nokia 6216. Третий способ — встраивание NFC-чипа в карту памяти, который предложила компания **Tyfone**, — сегодня практически любой телефон имеет слот microSD. В целом все крупные производители стремятся оснастить технологией NFC свои самые лучшие high-end смартфоны. Однако появились и другие тенденции — компания **Huawei** встроила NFC в Android-смартфон HuaweiSonic ценой всего 150 евро.

Прогнозы

Крупнейшие мировые операторы, включая **America Movil**, **Axiata Group Berhad**, **Bharti**, **China Unicom**, **Deutsche Telekom**, **KT Corporation**, **MTS**, **Orange**, **Qtel Group**, **Softbank Mobile**, **Telecom Italia**, **Telefonica**, **Telekom Austria Group**, **Telenor** и **Vodafone**, заявили о своей поддержке технологии NFC. Кроме того, они анонсировали планы по введению коммерческих услуг на основе этой технологии в ряде стран к концу 2012 г.

Согласно исследованиям **Gartner**, из года в год количество платежей, совершаемых с помощью мобильных телефонов, будет расти с большой скоростью. В прошлом году их объём составил 32 млрд долл., а к 2014 г. ожидается уже 245 млрд. Ожидается также, что до конца текущего года на рынок поступит 35 млн телефонов с поддержкой NFC, а в 2012 г. их станет в два раза больше. По прогнозам **Juniper Research**, благодаря NFC к 2014 г. каждый пятый смартфон будет одновременно и электронным кошельком. Новая технология получит максимальную поддержку в США, Франции и Великобритании и только потом начнёт покорение остальных стран мира. В общем и целом, к 2014 г. в мире будет более 300 млн смартфонов, поддерживающих NFC. Более половины из них — в странах Северной Америки.

Защита

Считается, что NFC обеспечивает максимально удобный способ обмена информацией в режиме "точка—точка" и реализует это максимально безопасным образом. Но там, где проходят платежи, всегда наблюдается повышенная концентрация криминального элемента. Идеальная ситуация для "беспроводного" преступника, когда "клиент" просто прошёл мимо него и лишился всего содержимого электронного кошелька (прямо как в рекламе — "мы сидим, а денежки идут"). Несмотря на то что малая дальность действия NFC-устройств сама по себе является неплохой защитой, на каждый радиосигнал найдётся сверхчувствительная антенна. Однако и в этом случае эффективность "атаки" не превышает нескольких метров, а используемые в NFC режимы работы дополнительно её затрудняют.

Впрочем, разработчики стандарта NFC и не ставили задачу создания защиты от подслушивания. Поэтому стек протоколов должен использовать криптоалгоритмы поверх NFC для защиты данных, чем и должны быть озабочены поставщики платёжных услуг. В частности, в начале 2011 г. **NXP Semiconductors** и **Giesecke & Devrient (G&D)** разработали ПО для формирования защищённых интерфейсов между мобильными устройствами на платформе Android и других операционных систем. Новое решение объединяет NFC-контроллеры NXP для мобильных устройств, программную систему безопасности и функции выполнения защищённых транзакций от **G&D**. Программные функции безопасности действуют во всех режимах связи, предусмотренных технологией NFC, — чтение и запись NFC-радиометок, обмен данными в пиринговом режиме, оплата услуг с помощью мобильного телефона, контроль доступа. Исходные программные коды открыты для разработчиков, что обеспечивает гибкость при интеграции функций в различные платформы от разных производителей. Последняя возможность особо важна, поскольку любая платёжная система должна обеспечивать массовость.

В свою очередь, производитель чипов **Infineon** выпустил интегральную схему SLE 97144SE модуля защиты, предназначенную для встраивания в мобильные телефоны с поддержкой NFC. В ней использована технология компании **Integrity Guard** для обеспечения обработки конфиденциальных данных с самым высоким уровнем защиты. Все данные хранятся в зашифрованном виде и остаются таковыми для обработки на всём пути прохождения (процессоры, память, кэш и шины). Встроенный микроконтроллер безопасности модуля защиты состоит из двух центральных процессоров и сложной системы обнаружения ошибок.

Разумеется, существующие методы радиоэлектронной борьбы позволяют осуществить разрушение данных, передаваемых NFC-устройствами, с помощью так называемых "глушилок RFID". Однако и украсть при этом ничего нельзя. Модифицировать данные в NFC затруднительно, поскольку NFC-приёмник весьма чувствителен к смене амплитуды и фазы наведённого сигнала.

Для атаки с использованием ретрансляции (relay attack), которую часто используют автоугонщики, злоумышленник должен отправить жертве запрос считывателя и её ответ в режиме реального времени передать дальше на считывающее устройство. Это делается для того, чтобы выполнить задачу, симулирующую владение смарт-картой жертвы. На практике это трудно реализовать из-за весьма жёстких требований к временному интервалу (а это микросекунды), в течение которого должен поступить ответ от "собеседника" или при выполнении обязательной процедуры антиколлизии.

Представители компании **Google** утверждают, что платёжная система на базе NFC в мобильных аппаратах будет безопаснее, чем кредитная карта, так как обеспечиваемая аутентификация будет более высокоуровневая. В этом случае, взамен импринтинга вашего счета на слабо защищённую карту, устройства с NFC будут хранить ваши данные в защищённом паролем зашифрованном состоянии в самом телефоне.

Проблемы

Идеальных технических решений не бывает. Первая проблема NFC — энергозависимость. Даже находясь в неактивном режиме работы, чип всё равно использует энергию для поддержания работоспособного состояния. Привязка к мобильному устройству в случае разрядки его аккумулятора может сыграть злую шутку — не будет возможности оплатить запланированную покупку или услугу.

Вторая проблема — все дополнительные функции для защиты информации должны быть понятны, активированы во многих устройствах, а ещё лучше — стандартизованы.

Третья проблема — необходимость подготовительных действий, порой очень сложных в реализации. Чтобы бабушка смогла позвонить в скорую простым прикладыванием телефона с NFC к соответствующему чипу, необходимо предварительно разместить этот чип у неё дома, а также настроить его по всем правилам. В магазине кто-то должен на каждый товар нанести метки с необходимой информацией и настроить их корректную работу. Если смарт-карт будет установлено несколько (а это тоже вероятная ситуация), их нужно будет каждый раз выбирать через интерфейс телефона.

Четвёртая проблема — а что, если смартфон потерян или украден? Надо

придумать, как его быстро заблокировать.

Пятая проблема — проблема абонентской конкуренции. К примеру, трудно сомневаться, что афиша, снабжённая NFC и призывающая заказать билет "тут и сейчас", будет вывешена в людном месте. Вы, было, протянули к ней смартфон, но таких желающих может быть много. Все их смартфоны будут находиться в непосредственной близости от NFC-чипа, и с каждым он будет обмениваться информацией. Как бы не перепутать.

Что ещё бывает

С помощью NFC можно быстро собрать необходимые статистические данные, обменяться виртуальными визитками с деловым партнёром, передать сохранённый маршрут с одного навигатора на другой. С помощью NFC легко учитывать рабочее время персонала, и развитые в технологическом плане страны — США, Япония, Тайвань — уже давно взяли это на вооружение. Например, в США NFC активно используют для предоставления скидочных купонов для постоянных покупателей магазинов и торговых центров. Мобильные операторы Америки всерьёз хотят работать с NFC, и ведущие операторы **AT&T**, **Verizon Wireless** и **T-Mobile** заявили, что собираются создать под брендом Isis совместную сеть бесконтактных платежей (заменяющую кредитные карты), основанную на NFC-технологии. Ведь сколько бы смартфонов не имело бы эту технологию, она бесполезна, если не будет поддерживаться магазинами. Если не будет возможности расплачиваться по этой системе в различных местах, то вряд ли технологию ожидает перспективное будущее. NFC будет использоваться не только в торговле, но и появится возможность загружать разнообразную информацию с установленных в городе датчиков. Этот же принцип действия можно применять для поддержания связи между клиентами и магазинами. Ожидается, что к концу 2012 г. каждый третий американский магазин будет оснащён терминалом с NFC. Кстати, инициаторам Isis пришлось идти на поклон к Visa и MasterCard, международным провайдерам платёжных систем, с тем, чтобы совместно разработать "менее честолюбивую" систему, альтернативную, а не заменяющую кредитные карты. Подобный результат способен оказаться менее интересным и прибыльным для операторов, но удобным для конечных потребителей.

Вполне логичная сфера использования NFC — совершение покупок людьми с ограниченными физическими возможностями. Если сделать в квартире несколько меток и запрограммировать их на определённые действия, пожилому человеку будет просто и удобно заказывать продукты на дом, совершать звонки родным и по экстренным номерам телефонов. А можно быстро выбрать компакт-диск с кино или музыкой на стенде в магазине или в собственной домашней коллекции. Для всего этого нужно будет просто приблизить телефон с NFC к соответствующему чипу.

Недавно компания **Google** оформила патент на свою систему платежей, которая превратит **Google** в своего рода "независимого брокера". Последний получает информацию о заказах, оформляемых пользователями посредством NFC, и обрабатывает такие заказы, предоставляя варианты доставки, другие опции и общую сумму заказа клиенту. Кроме того, **Google** будет собирать платежи, информацию по вариантам доставки, выбранной пользователем, и отправлять все эти данные продавцу для завершения транзакции. Таким образом, компании-продавцы получают ещё один удобный способ распространения своих товаров и услуг с централизованной системой оплаты.

Летом 2011 г. компания **"МегаФон"** намеревалась запустить в коммерческую эксплуатацию услугу оплаты проезда в петербургском метрополитене с помощью мобильного телефона по технологии NFC. **МТС** и **"МегаФон"** также заинтересованы в реализации аналогичного проекта в московском метрополитене. **МТС** ещё в прошлом году представила совместный с московским метрополитеном проект на основе NFC, и теперь от метрополитена требуется решение ряда технологических вопросов. **"МегаФон"** в сотрудничестве с администрацией Петербурга планирует реализовать оплату проезда с помощью мобильного телефона на всех видах городского транспорта. **МТС** с проектом "Мобильный билет" собирается выходить в регионы. Группа компаний **"ВымпелКом"** совместно с Петербургским метрополитеном и **ООО "Амбик Тэк СПб"** также запустили аналогичный проект. Пассажирам достаточно установить под крышку используемого ими мобильного телефона специальный NFC-модуль, после чего телефон обретает функции платёжного устройства и проездного билета.

В Великобритании начала работать мобильная платёжная система Quick Tap, совместный проект сотового оператора **Orange** и компании **Barclaycard** — подразделения банка Barclays, выдающего кредитные карты. С 20 мая в нескольких британских торговых сетях, в том числе закусочных быстрого питания McDonald's, кофейнях EAT и Pret-a-Manger, а также в некоторых аптеках Boots появились устройства, к которым для оплаты товаров достаточно поднести смартфон. Правда, подойдёт не любой смартфон, а только Samsung Tocco Lite, а стоимость покупок, оплаченных таким образом, не может превышать 15 фунтов (около 24 долл.).

В 2009 г. компания-оператор **O2** протестировала в лондонском метро возможность оплаты проезда и покупок с помощью мобильных телефонов, а к Олимпийским играм 2012 г. сразу несколько операторов намерены значительно расширить возможности бесконтактных платежей, однако, как отмечают многие эксперты, и в 2012 г. покупателям в Лондоне всё равно придётся искать магазины, поддерживающие платежи с помощью мобильников. Основной проблемой внедрения систем бесконтактных платежей называют наличие нескольких не связанных между собой стандартов оплаты, а также отсутствие у продавцов новых терминалов.

Samsung и **Visa** подписали соглашение о том, что к Олимпийским играм в Лондоне они выпустят смартфон, поддерживающий мобильные платежи через NFC и внешне напоминающий Galaxy S. Согласно описанию проекта, среди олимпийских объектов будет установлено 60 тыс. терминалов с приёмом NFC-платежей.

Найденный в Бюро по регистрации патентов и торговых марок США документ возродил слухи о синхронизации компьютеров Mac и iPhone компании **Apple** с помощью NFC. Внедрение технологии NFC в компьютеры позволит использовать их на торговых точках в качестве платёжных терминалов, к примеру, терминалы PayPass от MasterCard для системы Google Wallet. Такое же оборудование может быть использовано для чтения смарт-карт. Согласно другим слухам, технология NFC будет-таки присутствовать в будущем смартфоне iPhone 5, причём она будет применяться не только для беспроводной оплаты счетов с помощью телефона, но и для совместной работы с компьютером, куда станут попадать некоторые данные из профиля пользователя. Там же смогут появляться приложения, которые пользователь купил в Mac App Store (сетевом магазине Apple), — сначала это будут просто "иконки", которые позже могут быть скачаны и активизированы. Можно будет перемещать и редактировать документы там, где бы вы ни находились — достаточно лишь поднести ваш iPhone к любому компьютеру Apple. Но как только NFC-соединение разрывается, ваши приложения, документы и другие файлы удаляются с гостевого компьютера, возвращая его к тому виду, в котором он был до вашего "вмешательства". Правда, пока ничего ещё нельзя утверждать со 100 %-ной вероятностью.

А пока NFC-поддержка появилась в OS Android 2.3 Gingerbread, но **Google** хочет расширить её применимость, и для этого придумана инициатива под названием "взаимодействие без кликов" (0-click). Это позволит владельцам Android-телефонов устанавливать прямые и мгновенные подключения к устройствам друг друга для таких операций, как обмен контактами, web-страницами, YouTube-видео — любым контентом без необходимости в установке отдельного приложения. Sticky Notes — приложение, предназначенное для передачи пользователями посланий друг другу через касания телефонами. Google Talk Portal, другой пример NFC-использования, при прикосновении открывает видеочат со случайным человеком.

Отныне эффективный гражданин — это человек со "связями" в новом смысле этого слова. А NFC-чип ему можно просто вживить — пусть общается. ■

Ремонт телевизоров на примере моделей PANASONIC TC-2150R/RS/2155R/2170R

Устройство, поиск и устранение неисправностей

И. МОРОЗОВ, г. Москва

Неисправности системы управления

Система управления современных телевизоров состоит из процессора управления, фотоприёмника команд, энергонезависимой памяти, клавиатуры и пульта ДУ, о котором уже рассказано в предыдущей части статьи. Связь процессора управления с узлами телевизора обеспечивается по отдельным проводам или по цифровой шине I^2C.

Основные дефекты системы, возможные причины и необходимые проверочные действия кратко указаны в **табл. 9**.

Телевизор не переключается из дежурного режима в рабочий.

Возможные причины неисправности:

1. Отсутствует напряжение питания +5 В процессора управления.

2. Дефект в узле сброса RESET. Назначение узла — установка нулевого адреса в счётчике команд процессора управления или, другими словами, установка процессора в исходное состояние. Команда сброса поступает на процессор управления при каждом включении телевизора в питающую сеть. Напряжение на выводе RESET (RST) должно появиться не ранее чем через 20 мс после подачи питания на процессор. Осциллографом, например, запоминающим, измеряют на этом выводе время установки напряжения +5 В. Если время значительно меньше 20 мс, проверяют исправность узла сброса.

Есть и более простой способ проверки узла RESET. Убедившись, что напряжение +5 В на выводе RST процессора имеется, нужно пинцетом кратковременно его замкнуть на общий провод. Если после этого телевизор включится, проверяют исправность деталей узла RESET.

3. Неисправность кварцевого резонатора. Осциллографом контролируют наличие генерации сигнала размахом 0,5...1 В на его выводах. Если генерация отсутствует, а постоянные напряжения +1...1,5 В на выводах имеются, неисправен резонатор или подключённые к нему керамические конденсаторы. В случае, если постоянные напряжения отсутствуют, не включился процессор. Устанавливают причину.

4. Наличие сигнала PROTECT на шине защиты. Этот сигнал в виде постоянного напряжения +5 В появляется в случае аварии в силовых узлах телевизора: источнике питания, строчной развёртке, высоковольтном выпрямителе, кадровой развёртке. Вначале определяют узел, с которого поступил сигнал, затем находят неисправный элемент.

В рассматриваемых телевизорах шина защиты X-RAY подключена к выводу 55 видеопроцессора IC601. При отсутствии сигнала защиты напряжение на выводе равно нулю. В случае аварийной ситуации оно увеличивается до +5 В. В видеопроцессоре включается блокировка, прерывающая поступление строчных импульсов на выход H-OUT (вывод 56) микросхемы. Одновременно по шине I^2C сигнал защиты поступает на процессор управления IC1101. На его выводе 24 появляется команда, переключающая источник питания в дежурный режим. Выходные напряжения источника уменьшаются до значений, не представляющих опасность для узлов телевизора. В таком режиме он может находиться сколь угодно долго, до устранения причины неисправности.

Сигнал на шину защиты поступает с датчиков, установленных в различных узлах телевизора.

В случае выхода из строя, например, микросхемы IC451 увеличивается ток потребления по цепи напряжения питания +25 В. Это приводит к увеличению падения напряжения на резисторе R450 и открыванию транзистора Q451. Положительное напряжение через резистор R465 поступает в узел защиты.

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2011, № 1—8

Таблица 9

Проявление неисправности	Возможные причины	Необходимые действия, проверяемые элементы
Телевизор не переключается из дежурного режима в рабочий	С процессора управления не поступает команда на включение рабочего режима. Отсутствует напряжение питания процессора управления	Проверить наличие напряжения +5 В на выв. 24. 1 IC1101
	Неисправность узла "Сброс"	Проверить наличие напряжения +5 В на выв. 7 IC1101
	Неисправен кварцевый резонатор	X1144
	Наличие сигнала PROTECT на шине защиты	Проверить отсутствие напряжения (0) на выв. 55 IC601
	Неисправность микросхемы памяти или других микросхем. связанных с процессором управления шиной I^2C.	IC1104, IC601
	Неисправность шины I^2C	Проверить наличие сигнала на выв. 37, 38 IC1101
	Наличие двух или более замкнутых контактов на панели управления	S1107—S1112
Не проходят команды с передней панели. С ПДУ команды проходят	Неисправность кнопок клавиатуры	S1107—S1112
	Неисправность процессора управления	IC1101
Процессор управления неверно выполняет команды, подаваемые с передней панели	Неисправность процессора управления	IC1101
Нарушение графики сигналов, наличие дополнительных или отсутствие необходимых фрагментов	Неисправность процессора управления	IC1101
Не проходят команды с ПДУ. С передней панели команды проходят	Неисправен ПДУ, фотоприёмник, процессор управления	IC1051, IC1101
Прохождение команд с ПДУ прекращается через некоторое время после включения телевизора	Фотоприёмник	IC1051
Мала дальность действия ПДУ. Пульт исправен	Неисправность фотоприёмника	IC1051
	Нарушение паек выводов экрана фотоприёмника	IC1051
Телевизор реагирует на команду ПДУ только после многократного нажатия кнопки. Пульт исправен	Неисправность фотоприёмника	IC1051
	Наличие помех в сигнале с выхода фотоприёмника	C1051, C1052, C1053
Не включается телетекст. Информация о включении телетекста на экране отсутствует. Служебная информация есть	Неисправность декодера телетекста	Плата декодера телетекста
Информация телетекста отображается с ошибками	Недостаточный уровень сигнала на входе телевизора Наличие помех отражённого сигнала в видеосигнале	Антенна

Частая причина срабатывания защиты — именно выход из строя микросхемы IC451 кадровой развёртки. Для проверки разрывают цепь питания микросхемы +25 В. Если телевизор включился, а на экране появилась яркая горизонтальная линия, микросхема неисправна.

Отбраковать микросхему прозвонкой в ряде случаев бывает сложно из-за малого различия по сопротивлению цепи питания у исправной и неисправной микросхем относительно общего провода.

Есть характерный признак срабатывания защиты. При подаче питания телевизор на несколько секунд включается в рабочий режим, слышен бросок тока от высокого напряжения, затем телевизор переключается в дежурный режим.

Поиск неисправности методом отключения защиты нужно проводить с соблюдением мер предосторожности, так как это может привести к выходу из строя деталей.

5. Неисправность шины I^2C. Цифровая шина I^2C, как известно, состоит из двух линий: данных SDA и синхронизации SCL. Постоянное напряжение +5 В (высокий уровень) на каждой из них указывает на её исправность. Шина свободна, передачи информации нет. Режим передачи информации характеризуется наличием импульсного сигнала размахом около 5 В. Низкий уровень на линиях шины указывает на её неисправность. Проверяют исправность "подтягивающих" резисторов, установленных между каждой линией и источником напряжения +5 В, отсутствие замыканий линий на общий провод.

Проверку передачи данных от процессора управления ведомым микросхемам проводят так. Осциллографом контролируют импульсный сигнал на линии SDA. С пульта ПДУ или передней панели подают какую-нибудь команду. Длительность импульсов в сигнале при этом должна меняться.

6. Неисправность микросхемы памяти или других микросхем, а также тюнера, связанных с процессором управления шиной I^2C. При подаче команды на включение рабочего режима процессор опрашивает по шине I^2C все микросхемы и тюнер (если он имеет управление по шине). В случае получения отрицательного отклика от какого-нибудь устройства процессор не включит рабочий режим.

Во многих современных моделях телевизоров имеется система самодиагностики. Её результат отображается светодиодом. В случае выявления неисправности в телевизоре он начинает периодически мигать. По числу его вспышек в серии определяют неисправный узел телевизора. В руководстве SERVICE MANUAL на телевизоры представлены таблицы соответствия числа вспышек в серии неисправному узлу. Это существенно сокращает процесс поиска неисправности.

Неисправность микросхемы памяти во многих телевизорах часто происходит из-за сбоя данных. Такую микросхему выпаивают и устанавливают в программатор. Старую информацию стирают и записывают стандартные данные на конкретную модель телевизора (MEMORY MAP).

Для рассматриваемых телевизоров "перешивать" память на программаторе не обязательно. Достаточно войти в сервисный режим и тут же выйти из него. При этом автоматически заводские установки из процессора управления будут переписаны в память.

7. Наличие двух и более пар замкнутых контактов на панели управления. Проверяют прозвонкой.

8. Неисправность "земляной" пары контактов в сетевом выключателе. В некоторых моделях телевизоров сетевой выключатель имеет дополнительную пару контактов. В момент подачи сетевого напряжения один из входов процессора управления через эту пару контактов кратковременно соединён с общим проводом. Если это не происходит, процессор не включится. Проверяют омметром.

Не проходят команды с передней панели, с ПДУ проходят.

Подача команды обеспечивается изменением постоянного напряжения на командном входе (входах) процессора управления. Каждой команде соответствует своё, строго определённое напряжение. Проверяют наличие питающего напряжения +5 В, исправность резисторов делителя и кнопок панели. В заключение проверяют процессор (заменой).

Другой способ формирования команд — замыкание определённых выводов процессора. Каждой команде соответствует своя пара замкнутых выводов. Поиск неисправности аналогичный: прозвонка кнопок, замена процессора.

В некоторых моделях телевизоров выключение управления с передней панели возможно в пользовательском MENU.

Наиболее частый дефект — пробой (утечка) на общий провод одного из командных входов процессора статическим электричеством с передней панели телевизора. При этом команды или не выполняются, или постоянно выполняется одна (например, переключение каналов). Дефект определяется омметром на шкале 1 МОм.

Телевизор неверно выполняет команды, подаваемые с передней панели.

На командном входе процессора управления проверяют соответствие напряжения поданной команде. После этого делают заключение о замене процессора.

Нарушена графика сигналов служебной информации: наличие дополнительных или отсутствие необходимых фрагментов.

Неисправность в ППЗУ процессора управления. Процессор необходимо заменить.

Не проходят команды с ПДУ, с передней панели проходят.

Возможны следующие причины неисправности:

1. ПДУ (его неисправности, как указано, уже рассмотрены).

2. Фотоприёмник.

3. Процессор управления.

Проверку начинают с контроля осциллографом импульсного сигнала размахом 4,5 В с фотоприёмника на входе RM IN (вывод 34) процессора управления при подаче команды с ПДУ. При отсутствии сигнала проверяют исправность фотоприёмника. Сделать это можно другим (заведомо исправным) ПДУ от телевизора, музыкального центра, видеомагнитофона или проигрывателя DVD. Неисправный фотоприёмник может быть заменён на аналогичный с учётом цоколёвки.

В случае, если сигнал на выводе 34 имеется, неисправным может быть процессор управления или ПДУ. Окончательное заключение можно сделать только после проверки с исправным пультом. Можно воспользоваться универсальным пультом, например, MAK2002 производства польской фирмы ELMAK. Для этого по таблице в описании на пульт находят значение цифрового кода, соответствующего нужной модели телевизора. Набирают код — и пульт готов к работе. Если требуемой модели в описании не оказалось, можно узнать код по модели ПДУ.

Прохождение команд с ПДУ прекращается через некоторое время после включения телевизора.

Наиболее вероятная причина дефекта — неисправность фотоприёмника. Во время работы происходит разогрев его кристалла, что приводит к резкому увеличению его темнового тока. Если при охлаждении фотоприёмника прохождение команд восстановилось, фотоприёмник неисправен. Его необходимо заменить.

Мала дальность действия ПДУ. Пульт исправен.

Осциллографом контролируют форму импульсного сигнала на выходе фотоприёмника. Если наблюдается значительный уровень помех, наводок, пропаивают места соединения экрана фотоприёмника с общим проводом телевизора. Дефект возникает в основном в телевизорах старше пяти лет. Другая причина неисправности — уменьшение ёмкости конденсаторов фильтра питания фотоприёмника. В заключение проверяют сам фотоприёмник (заменой).

Телевизор реагирует на команду с ПДУ только после многократного нажатия на кнопку. ПДУ исправен.

Возможные причины неисправности: мал уровень сигнала на входе фотоприёмника, наличие помех в сигнале.

Меняют оксидные конденсаторы в цепи питания фотоприёмника, а затем сам фотоприёмник.

Не включается телетекст (TXT). Информация о его включении на экране отсутствует.

Информация о включении телетекста появляется на экране сразу же после подачи команды "ON TXT" независимо от наличия сигнала TXT в структуре ПЦТВ. Включением телетекста управляет процессор управления по шине I^2C. Если информация отсутствует, проверяют режимы работы микросхемы декодера TXT по постоянному току, работу генератора с кварцевым резонатором, исправность шины I^2C. Затем заменяют микросхемы декодера.

В рассматриваемых телевизорах выключение TXT может произойти в результате изменения напряжения на выводе 18 процессора IC1101. Проверяют наличие напряжения +3,5±0,1 В.

Информация TXT отображается с ошибками.

Возможные причины неисправности:

1. Малый уровень сигнала на входе телевизора.

2. Наличие помех в видеосигнале (в том числе отражённый сигнал).

3. Неисправность на передающей стороне. Информацию об этом обычно помещают на сотой странице.

(Окончание следует)

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

ЦАП PCM56/61 в высококачественной аудиоаппаратуре

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.

В статье представлены информация о микросхемах ЦАП PCM56, PCM61, пригодных для модернизации старых проигрывателей компакт-дисков, и методы контроля некоторых параметров при проверке качества или после ремонта узлов ЦАП.

В последние годы любители высококачественного звука столкнулись с необычной ситуацией. В то время как основными носителями в звукозаписи по-прежнему остаются компакт-диски классического стандарта CD-DA (Audio CD), проигрыватели для них практически исчезли с прилавков магазинов бытовой электроники. Сейчас их можно выбрать и приобрести в основном в специализированных салонах, торгующих аппаратурой Hi-Fi, Hi-End, и в некоторых крупных торговых центрах больших городов. Возможно приобретение проигрывателей и через интернет-магазины, однако это далеко не лучший вариант.

Естественно, можно слушать музыку и на проигрывателях DVD, что, собственно, и делают рядовые слушатели, но для любителей высококачественного звука использование массовых проигрывателей дисков DVD, CD-R, а также CD-DA формата MP3, как правило, неприемлемо. На что имеются резонные основания: например, достаточно много проигрывателей CD-DA высокого класса, имеющихся у пользователей, выпущены ещё до появления записываемых и компрессированных дисков и поэтому не могут их воспроизводить. А некоторые фирмы, дабы не портить свой имидж, в проигрывателях специально предусматривают невозможность воспроизведения дисков CD-R, CD-RW, CD-DA с компрессией MP3 и т. п., аппараты их просто выгружают. И дело тут не столько в самих дисках, а в том, каким путём на них попали музыкальные записи. Диски CD-R легко записываются на бытовых компьютерах, источниками музыкального контента могут быть записи с эфирного радиовещания либо идущие в формате MP3 с серверов, "закачки" из Интернета, записи "кухонных" студий, состоящих из компьютера с дешёвой звуковой картой и т. п. Более того, нередко вполне легальные на вид диски CD-DA, запись которых возможна только на промышленном оборудовании, на поверку оказываются дисками CD-R, записанными на компьютере (автор в этом неоднократно убеждался при покупке дисков). Поэтому такая "функция", как невозможность воспроизведения любых дисков, кроме CD-DA, является, по существу, первым барьером на пути потенциально некачественного контента к аппаратуре высокого класса.

С другой стороны, население имеет большой парк проигрывателей компакт-дисков, проданных ещё до появления первых DVD и требующих ремонта. Восстановление, а во многих случаях и доработки таких проигрывателей радиолюбителями средней квалификации вполне реальны. Ранее в радиолюбительских изданиях практически не было материалов, пригодных для конкретной работы в этом направлении. Объяснение этому не в последнюю очередь кроется в сложности самих проигрывателей.

Значительную роль в обеспечении высокого качества звучания играют цифроаналоговые преобразователи (ЦАП) проигрывателей. Несмотря на большой объём сведений по устройству и работе ЦАП в литературе и на сайтах Интернета, "выжать" пригодную для практических целей информацию оттуда весьма непросто. Видимо, основная причина такого положения состоит в том, что практически все разработки реальных ЦАП для высококачественной звуковой аппаратуры сделаны за рубежом, а русскоязычная литература в основном предлагает переводы разрозненных зарубежных источников общего характера. Поэтому для решения практических задач вполне естественно рассчитывать на оригинальные материалы разработчиков конкретных микросхем.

Наибольших успехов в создании микросхем для цифровой аудиоаппаратуры Hi-Fi, Hi-End, как и для профессиональной, добились американские фирмы ANALOG DEVICES, BURR-BROWN, CRYSTAL SEMICONDUCTORS, TEXAS INSTRUMENTS, PACIFIC MICROSONICS и некоторые другие (в том числе и не американские). Причём "законодателем мод" в создании микросхем для данного класса аппаратуры считалась фирма BURR-BROWN, уверенно лидирующая по числу упоминаний (в отношении ЦАП) в специализированных аудиожурналах и на сайтах Интернета. Следует отметить, что уже несколько лет как фирма вошла в состав концерна TEXAS INSTRUMENTS (TI), поэтому после 2002 г. микросхемы выпускают под маркой TI/BURR-BROWN. До слияния с TI фирма производила сравнительно небольшую номенклатуру ЦАП рассматриваемого класса, в официальных каталогах фирмы конца 90-х годов размещалось 20—30 материалов по звуковым ЦАП серии PCM (фирма выпускает ЦАП для других применений серии DAC). В настоящее время цены большинства таких микросхем укладываются в интервал 50...300 руб. (отдельные позиции до 2000 руб.), а номенклатура существенно расширилась за счёт большого числа исполнений базовых ЦАП.

Материалы по микросхемам, имеющиеся в официальных каталогах, весьма подробны; в них включены и краткие теоретические разделы, обосновывающие предпосылки разработки каждой микросхемы. На взгляд автора, для решения всех вопросов практического применения микросхем вполне достаточно предлагаемых в каталогах материалов. Трудно сказать, является ли вся техническая терминология, используемая в каталогах фирмы, общепринятой, однако в настоящей статье оригинальные термины фирмы будем рассматривать как первичные, а предложенные автором русские эквиваленты читатели могут изменить сами. Перед рассмотрением материалов по ЦАП BURR-BROWN всё же желательно остановиться на основных понятиях в области аналого-цифрового и цифроаналогового преобразования звуковых сигналов (их отсутствие может затруднить понимание материалов статьи у читателей).

К основным понятиям при преобразовании аналоговых сигналов в цифровые и цифровых в аналоговые относится дискретизация по времени (*sampling*) и по амплитуде (*quantization*). Произвести их без искажений практически невозможно. Важной задачей при преобразованиях является выбор частоты дискретизации. Понятно, что чем чаще выборки данных, тем точнее отобразится характер передаваемой функции; но и увеличивать частоту дискретизации до бесконечности невозможно. Частотный критерий базируется на теореме отсчётов, более известной как теорема Найквиста (в отечественной литературе теорема Котельникова). Обычная формулировка этой теоремы: "Произвольный сигнал u (t), спектр которого ограничен некоторой частотой $F_в$, может быть полностью восстановлен по последовательности своих отсчётов, следующих с интервалами времени $\Delta t = 1/2F_в$". Величину Δt называют шагом (или интервалом) дискретизации, а $F_в$ — частотой Найквиста.

Цифровым представлением аналогового сигнала по амплитуде является квантование и обычно представляется в виде последовательности N-разрядных двоичных чисел, которые могут принимать 2^N различных значений (при 16 разрядах 65536). Число разрядов практически однозначно определяет динамический диапазон входных сигналов АЦП и выходных ЦАП; при 16-разрядном представлении его значение равно 96 дБ, каждый добавочный разряд увеличивает динамический диапазон на 6 дБ.

Надо заметить, что число разрядов ЦАП в цифровой аудиоаппаратуре стало предметом обсуждений и споров на различных форумах Интернета и в специализированных изданиях. Например, особо "модными" сейчас считаются 24-разрядные ЦАП фирмы BURR-BROWN, а микросхемы с меньшим числом разрядов многие участники обсуждений относят, мягко говоря, к категории микросхем невысокого качества.

В этой связи стоит отметить следующее. Число разрядов в формате CD-DA — 16; цена 20-разрядного ЦАП PCM63P — более 50 долл. (приобрести в России проблематично); цена 24-разрядного

ЦАП PCM1754DBQR — 210 руб. на 2011 г. PCM63P применены в проигрывателях KPS-30i фирмы KRELL класса Hi-End ценой 7500 долл. (внешний вид этого проигрывателя вместе с усилителем KAV-300i — на **рис. 1**). В проигрывателях CD-DA и цифровых конверторах класса Hi-End применялись 18-разрядные PCM57 и даже 16-разрядные PCM56P-K. Какие выводы можно сделать из приведённых данных, судить читателям. Однако совершенно ясно, что качество "звучания" определяется не только числом разрядов ЦАП, но и ещё чем-то другим. Постараемся в этом разобраться.



Рис. 1

Преобразованный ЦАП сигнал имеет ступенчатую форму и представляет собой сумму двух сигналов — исходного аналогового и некоторого дополнительного зигзагообразного, называемого шумом квантования (**рис. 2**). Этот шум и служит основным продуктом искажений при аналого-цифровых преобразованиях. В АЦП и ЦАП для высококачественной звуковой аппаратуры борьбу с этим явлением ведут в основном путём добавления к преобразованному сигналу белого шума. Это позволяет разрушить неприятную для слуха регулярность шума квантования. Процесс получил название *dithering* (от слова dither — дрожь). Шум квантования практически всегда присутствует в АЦП даже высококачественной аппаратуры, что может приводить к увеличению общего уровня шума.

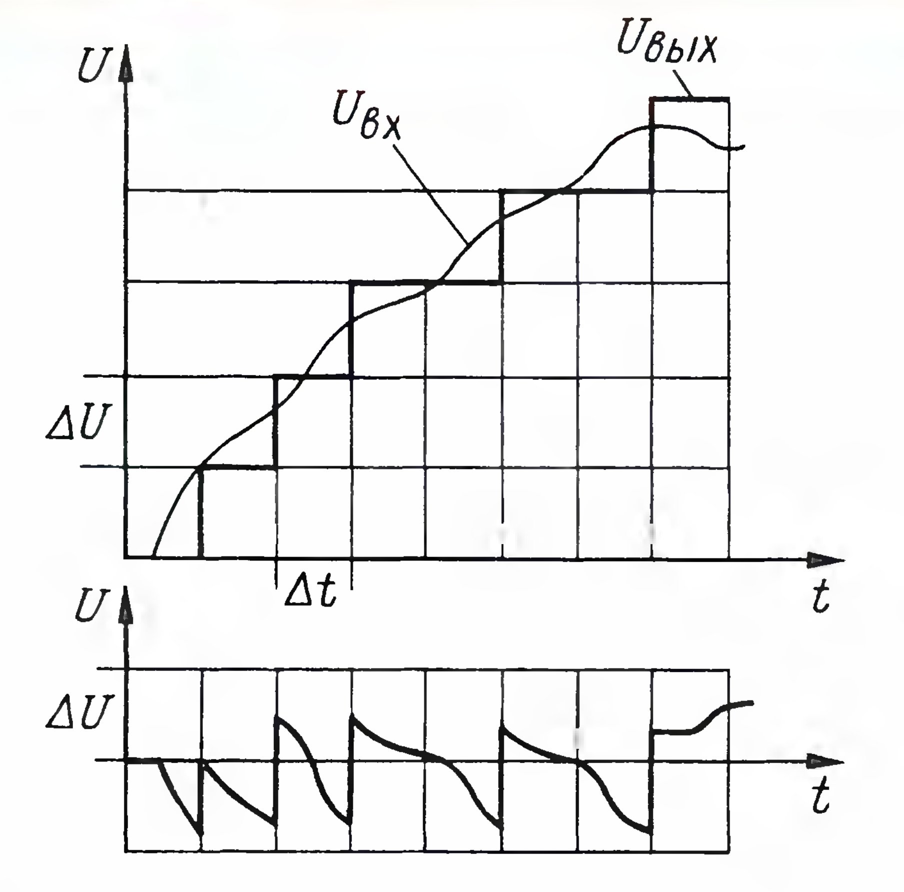


Рис. 2

Серьёзной проблемой при преобразованиях является многолепестковость спектра ступенчатого сигнала на выходе ЦАП. Согласно преобразованию Фурье, дискретный сигнал, являющийся последовательностью импульсов, может быть представлен в виде суммы синусоидальных сигналов с соответствующими коэффициентами (**рис. 3**,а). Эта последовательность несёт в двоичном виде информацию об исходном аналоговом сигнале, а полный спектр дискретного сигнала имеет сложную, многолепестковую форму периодической структуры с огибающей S (рис. 3,б). Одной из важнейших задач при проектировании ЦАП является выделение только центральной части спектра в интервале ΔS (рис. 3,б, в), для чего необходим ФНЧ высокого порядка (не ниже 12-го). Создание таких фильтров вызывает значительные технические сложности, а сами фильтры вносят собственные фазовые искажения, влияющие на качество звучания.

Рис. 3

Один из путей улучшения качества цифрового аудиотракта состоит в увеличении частоты дискретизации в несколько раз, такой метод получил название *oversampling* (передискретизация с повышением частоты выборки). При цифроаналоговом преобразовании используется цифровая передискретизация — искусственное увеличение частоты дискретизации, при которой между соседними отсчётами вставляется несколько "фиктивных" нулевых отсчётов. Результат затем обрабатывается специальным цифровым фильтром, что позволяет интерполировать эти новые значения так, как если бы они были реальными. На практике применение передискретизации улучшает качество звука в цифровой аппаратуре и упрощает технические решения, в частности, возможно применение на выходе ЦАП аналоговых ФНЧ невысокого порядка.

Разработаны и воплощены в конкретные серийные микросхемы ЦАП и другие методы повышения качества звука, некоторые из которых получили собственные наименования (1-Bit DAC — одноразрядные ЦАП, "Bitsream", "MASH", ΣΔ — сигма-дельта и др.). Фирме BURR-BROWN также принадлежит разработка нескольких собственных вариантов архитектуры ЦАП, их рассмотрение начнём с весьма распространённых в 90-е годы микросхем серий PCM50 — PCM60.

PCM56P/U — 16-разрядный последовательный ЦАП со встроенным выходным ОУ. Микросхемы выполнены в 16-выводных корпусах DIP (PCM56P) и SOIC (PCM56U). Заявленный фирмой перечень основных параметров включает следующие:

— 92 dB MAX THD: FS Input, K Grade, 16 Bits — коэффициент нелинейных искажений, равный 92 дБ, при полном размахе выходного сигнала (6 В) и 16-разрядном квантовании;

— 74 dB MAX THD: –20 dB Input, K Grade, 16 Bits — то же, при размахе выходного сигнала 0,6 В;

— 96 dB DYNAMIC RANGE — динамический диапазон 96 дБ;

— 0,001 % OF FSR TYP DIFFERENTIAL LINEARITY ERROR (DLE) — 0,001-процентные дифференциальные отклонения от линейности выходного напряжения при его полном размахе (FSR — Full Scale Range — размах на всю шкалу);

— 1,5 µs SETTLING TIME, TYP: Voltage Out ±3 V OR ±1 mA AUDIO OUTPUT — время установления выходного напряжения и тока 1,5 мкс при размахе выходного напряжения 6 В и тока 2 мА (на токовом выходе ЦАП);

— OPERATES ON ±5 V TO ±12 V SUPPLIES — диапазон питающих напряжений ±(5...12) В, двухполярное питание.

Кроме основных параметров, следует отметить важные дополнительные:

— Gain Error — ошибка установки выходных уровней сигнала — ±2 %;

— Bipolar Zero Error — ошибка установки нулевого уровня сигнала — ±30 мВ;

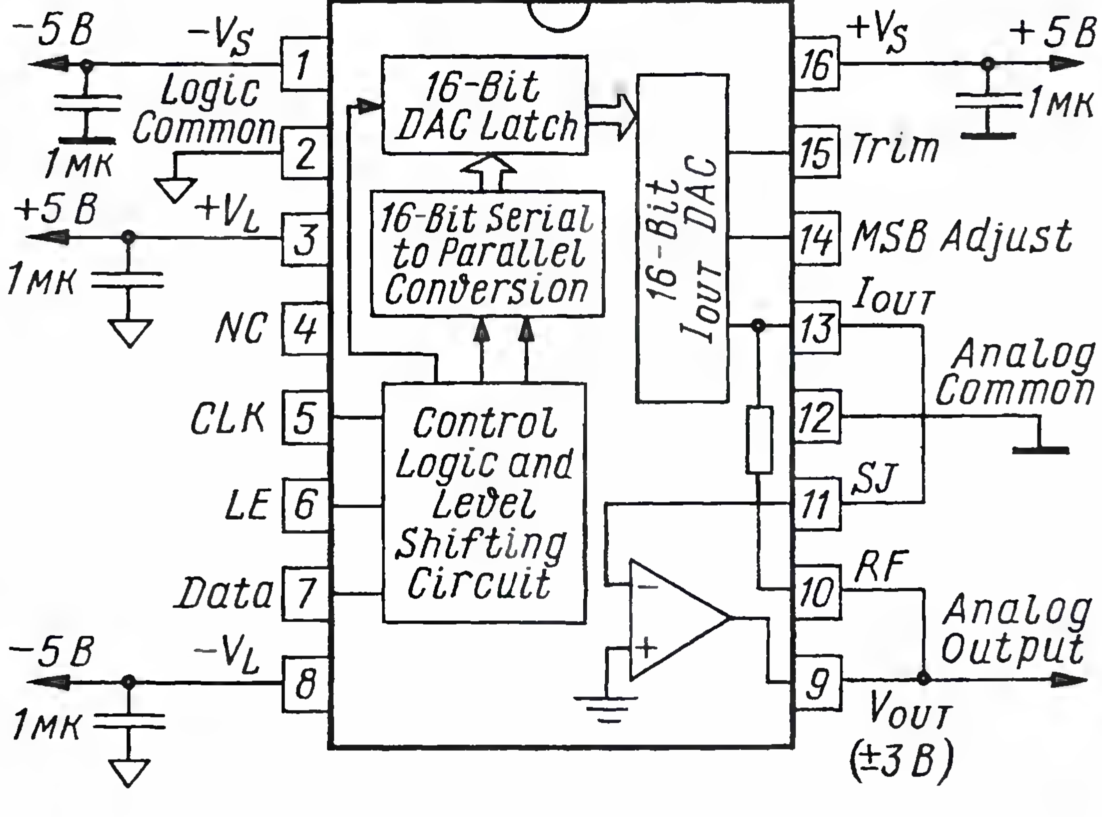


Рис. 4

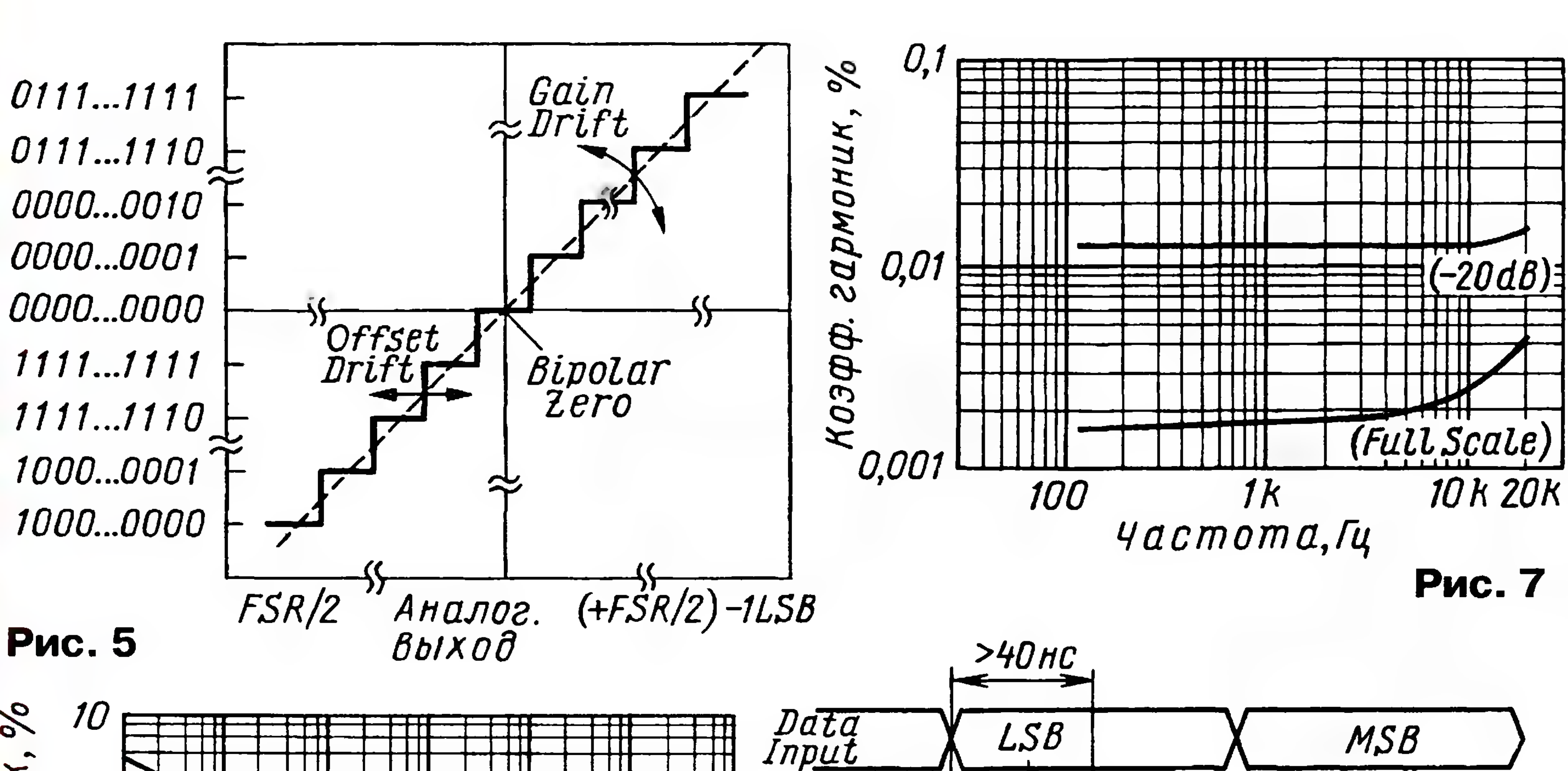


Рис. 5

Рис. 7

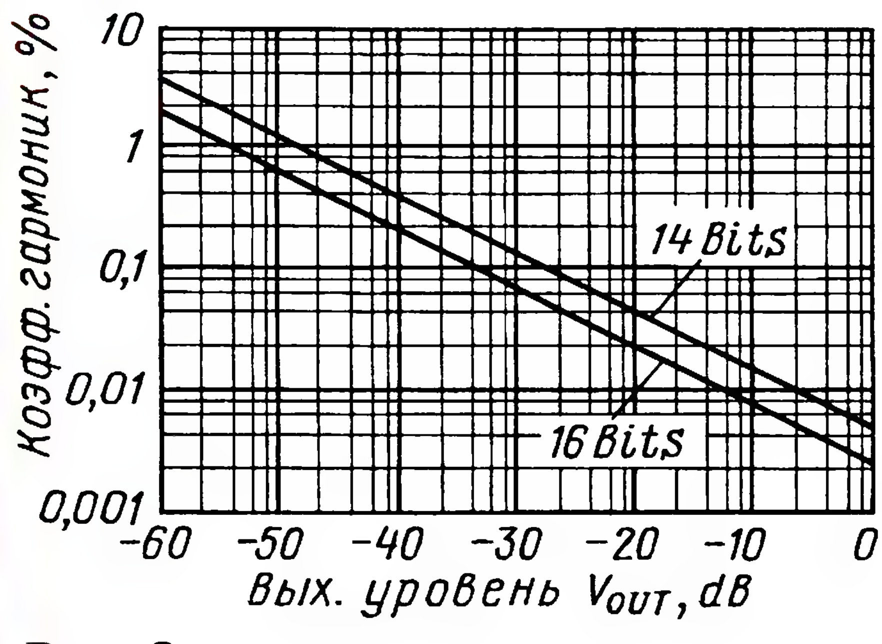


Рис. 6

Data Input
LSB
MSB
>40нс
>15нс
>15нс
Clock Input
>40нс
>40нс
>100нс
>5нс
>15нс
Latch Enable
Тд
Тд

Тд — период дискретизации **Рис. 8**

— Noise (rms, 20 Hz to 20 kHz) at Bipolar Zero — среднеквадратичное значение напряжения шума в полосе 20 Гц...20 кГц — не более 6 мкВ;

— Slew Rate — скорость нарастания выходного напряжения — 10 В/мкс.

Наименьший коэффициент нелинейных искажений (THD) при выходном размахе сигнала 6 мВ (–60 дБ), равный –35 дБ, обеспечивает ЦАП в исполнении PCM56P-K. Максимальный размах выходного напряжения на выводе 9 — ±3 В (выходное сопротивление 0,1 Ом). Размах выходного тока по выводу 13 — ±1 мА (выходное сопротивление 1,2 кОм). Интервал допустимого напряжения питания — ±(4,75...13,2) В. Потребляемая мощность — 0,175 Вт при напряжении питания ±5 В, 0,468 Вт — при ±12 В.

Упрощённая структурная схема ЦАП приведена на **рис. 4**. В состав микросхемы входят:

— узел управления и устройство выравнивания уровней входных сигналов (Control Logic and Level Shifting Circuit);

— преобразователь последовательных данных в параллельный 16-разрядный код (16-Bit Serial to Parallel Conversion);

— 16-разрядный буферный регистр (16-Bit DAC Latch); 16-разрядный ЦАП с токовым выходом (16-Bit Iout DAC);

— преобразователь ток/напряжение (ОУ в инвертирующем включении); калиброванный резистор обратной связи.

Назначение выводов микросхемы:

1, 16 — напряжения питания аналоговой части ЦАП;

2, 12 — цифровой и аналоговый общий провод;

3, 8 — напряжения питания цифровой части ЦАП;

5 — CLK (Clock Input) — вход тактовых импульсов;

6 — LE (Latch Enable Input) — вход управления буферным регистром;

7 — DATA (Serial Data Input) — вход последовательных данных;

9 — V_{out} (Voltage Output) — выход преобразователя ток/напряжение;

10 — RF (Feedback Resistor) — вывод резистора обратной связи;

11 — SJ (Summing Junction) — инвертирующий вход ОУ;

13 — I_{out} (Current Out) — токовый выход ЦАП;

14 — MSB ADJ (MSB Adjustment Terminal) — вывод для точной подстройки уровня выходного сигнала, соответствующего включённому старшему разряду MSB (Most Significant Bit — наиболее старший разряд);

15 — TRIM (Trim-pot Terminal) — вывод для подключения внешних цепей подстройки уровня MSB.

Наиболее важными параметрами ЦАП для высококачественной аппаратуры являются THD — коэффициент нелинейных искажений или суммарный уровень гармоник, Bipolar Zero Error — ошибка установки нулевого уровня сигнала, DLE — Differential Linearity Error — дифференциальная ошибка линейности. Кроме того, существенными показателями качества преобразования считают время и точность установления уровней выходного сигнала ЦАП — setting time affects on accuracy.

На **рис. 5** показана обобщённая переходная характеристика рассматриваемых ЦАП (зависимость уровня выходного сигнала от значений входного цифрового кода). На ней отмечены минимальный и максимальный уровни сигналов — –FSR/2 = –3,000000 В, +(FSR/2)–1LSB = = +2,999908 В (LSB — Least Significant Bit — наименее значимый разряд с весом, равным 92 мкВ), уровень биполярного нуля Bipolar Zero = 0,000000 В, нестабильность фронтов ступенек (Offset Drift), дифференциальный дрейф передаточной характеристики (Gain Drift).

Поток последовательных данных, поступающих на вход данных ЦАП, представляет собой код BTC — Binary Two's Compliment — двоичный дополнительный код, используемый в формате CD. Именно такой код обычно поступает на ЦАП от предыдущих блоков CD проигрывателя; его временная структура: MSB, bit2, bit3... bit15, LSB, MSB, bit2..., т. е. первым разрядом слова является старший с самым большим весом. Для сравнения с исходным кодом фирма BURR-BROWN использует шестнадцатеричные числа, в частности, уровню –FSR/2 ставится в соответствии шестнадцатеричное число 8000, уровню +(FSR/2)–1LSB — 7FFF, уровню биполярного нуля — 0000, уровню –1LSB = –0,000092 В — FFFF.

На **рис. 6** показаны зависимости уровня нелинейных искажений на выходе ЦАП в процентах от размаха выходного сигнала при 16- и 14-разрядном квантовании. 14-разрядное квантование применяли в ряде первых моделей CD-проигрывателей (не использовали два младших разряда), полагая, что 16-разрядное квантование избыточно, и, естественно, впоследствии от этого отказались. На **рис. 7** показаны зависимости уровней нелинейных искажений от частоты выходного сигнала при максимальном (FSR) и уменьшенном в 10 раз уровне выходного сигнала. На **рис. 8** показаны временные соотношения входных цифровых сигналов, при этом сигнал Latch Enable (LE) служит для выделения цифровых потоков левого и правого каналов. На выходах ЦАП попеременно формируются аналоговые сигналы обоих каналов в интервалах времени, равных периоду дискретизации One Clock Cycle (частота дискретизации F_s = 44,1 кГц). Для разделения каналов необходимо использовать внешние коммутаторы, управляемые сигналами LE.

(Окончание следует)

МКУС в УМЗЧ с токовым управлением и крайне глубокой ООС

"... Но можно этого и не делать, если вас не интересует результат."
М. Жванецкий

А. ЛИТАВРИН, г. Березовский Кемеровской обл.

Оригинальные схемные решения с использованием двухканальных усилительных структур получают новое развитие в статьях автора. В предлагаемых здесь УМЗЧ он использует максимальную (стопроцентную) ООС для компенсации нелинейности каскадов с высоким уровнем сигнала в широкой полосе частот без существенных фазовых погрешностей.

Монтаж одного из этих усилителей выполнен на печатных платах, где расположены почти все элементы усилителя.

В целом эта статья продолжает тему многоканальных усилительных структур (МКУС) в звуковых усилителях мощности, поднятую в публикациях [1—4]. Там же даны теоретические аспекты и обоснованы минимальные требования, предъявляемые к высококачественному УМЗЧ.

Описываемые здесь усилители отличает стопроцентная глубокая (или крайне глубокая) ООС и на ВЧ, и на ЗЧ. То есть она действует во всей полосе частот без ослабления выходного сигнала в цепи обратной связи. Это позволяет получить предельно высокую эффективность во всём динамическом диапазоне сигналов. Первый из предлагаемых усилителей по сложности можно отнести к классу упрощённых версий УМЗЧ с МКУС.

Следует отметить, что самой идее многоканального усиления уже более полувека, но тем не менее о её большой популярности, к сожалению, говорить не приходится. Ряд публикаций [1—4] и эта новая статья способствуют устранению такого упущения. Ведь именно МКУС способны резко улучшить ряд основных (ключевых) параметров УМЗЧ — обеспечить крайне малое *время реакции петли ООС* (ВРП ООС), широкую полосу и большой запас усиления внутри петли, высокие перегрузочные характеристики каскадов.

В некоторых кругах (адепты Hi-Fi/High End) сформировалось устойчивое мнение о том, что "любая обратная связь портит звук"; тем самым сформировался и "вердикт" о неприемлемости применения ООС в усилительных устройствах. О глубокой, а тем более о крайне глубокой обратной связи даже и речь не идёт. Конечно, от всего этого можно было бы отшутиться в стиле М. Жванецкого, что "...полторы тысячи тупых сговорились...", однако более правильно всё-таки разобраться в причинах подобного отношения к ООС, резонно полагая, что "дыма без огня не бывает".

Главной причиной этих заблуждений следует считать то, что подавляющее большинство разработок аудиоаппаратуры (как любительской, так и профессиональной), по сути, не соответствуют критериям качества ООС. Это ведёт к массовым ошибкам и просчётам в схемотехнике и, как следствие, к некорректному действию ООС; в результате наблюдается рост атипичных искажений [2, 4]. Вследствие подобных негативных проявлений некоторые разработчики вообще отказываются от применения обратной связи, оказываясь в плену других эффектов, связанных с нелинейностями различного характера активных и пассивных элементов.

Итак, основным критерием оценки качества действия ООС следует считать параметр ВРП ООС, который должен быть крайне малым [1—4]. Далее полоса пропускания УМЗЧ (определяемая частотой среза $F_{среза}$ петли ООС) должна быть относительно широкой (50...100 кГц по уровню −3 дБ) и определённым образом связанной с частотой единичного усиления F_1 в УМЗЧ. Скорость нарастания напряжения на выходе усилителя [2] окажется также относительно невысокой. Это достигается введением глубокой (или крайне глубокой) стопроцентной ООС на ВЧ [2—4] при большом отношении $F_{зам}/F_{среза}$, что и обеспечивает высокое качество усиления.

Основным критерием эффективности следует считать охват усилителя (или каскадов) глубокой ООС, действующей в широкой полосе частот. Большой запас усиления внутри петли — совершенно необходимое условие для обеспечения высокой перегрузочной способности и линейности характеристик усилителя (каскадов) в полосе действия обратной связи. Можно сказать, что линейность усилительных каскадов в основном обусловлена запасом усиления в этих каскадах. Вследствие этого в УМЗЧ наиболее высокого качества целесообразно применять именно крайне глубокую ООС [1, 4]. Именно это и есть тот важнейший инструмент, грамотное применение которого позволяет получить исключительно высокие технические характеристики усилительных устройств.

Между тем существует ещё один очень серьёзный аспект качества действия обратной связи, которому в предыдущих публикациях [1—4] уделялось мало внимания, так как впрямую он не связан с МКУС. Речь идёт об усилении УМЗЧ или, в случае использования общей ООС, о коэффициенте деления (ослабления) в петле. Итак...

О максимализации обратной связи в УМ

Как сказано в первой статье цикла [1], чем меньше коэффициент усиления, тем больше отношение сигнал/шум+помеха и пропорционально меньше частота единичного усиления УМЗЧ при фиксированной частоте среза петлевого усиления. Собственно коэффициент усиления и чувствительность определяются коэффициентом деления в цепи ООС.

Следует обратить внимание, что ослабление полезного сигнала в цепи ООС одновременно означает и ослабление помех и искажений, чем существенно снижается её эффективность. При малом ослаблении сигнала в цепи ООС искажения снижаются как бы дважды: за счёт меньшего ослабления в цепи обратной связи и вследствие соответствующего роста усиления внутри петли. Большое же ослабление сигнала, помех и искажений в этой цепи приводит к тому, что усилитель в целом "мелкие" сигналы (а также помехи и искажения) попросту не замечает, и о высоком качестве говорить не приходится, особенно когда петля ООС охватывает наиболее нелинейные каскады, — это фактически нереализованная возможность.

Когда в 70-х гг. в СССР появился первый ОУ 140УД1 (аналог импортного μA702), многими это было встречено "на ура", хотя своими характеристиками он явно не блистал. Однако этот ОУ обладал относительно низким уровнем шума (4 нВ/$\sqrt{Гц}$) и выходным каскадом, работающим в классе А. Позже было подмечено, что и иные малошумящие ОУ — AD797 ($U_ш$ = 1 нВ/$\sqrt{Гц}$), OP27, OP37, К140УД22, К140УД23 ($U_ш$ = 3 нВ/$\sqrt{Гц}$), NE5532 ($U_ш$ = 5 нВ/$\sqrt{Гц}$) и др. зарекомендовали себя достаточно хорошо. Усилители, собранные на основе широкополосных ОУ К140УД11, К574УД1, К544УД2 с относительно большим уровнем шума (около 20 нВ/$\sqrt{Гц}$), показывали неплохие технические параметры по результатам измерений узкополосных сигналов, однако субъективные оценки качества звука оказывались неоднозначными.

Получается, что зачастую качество ОУ и самого усилителя некоторым образом связано с уровнем шума, точнее, с отношением сигнал/шум. Если рассмотреть достоинства выходного каскада в ламповом УМЗЧ с местной ООС, то, как правило, качество его работы

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

весьма высокое. Это связано с высоким уровнем сигнала, достигающим сотен вольт, или, что более правильно, с большим отношением сигнал/шум.

Если оценить действие шума в каскадах усилителя, то окажется, что уровень шума (по мощности) пропорционален полосе пропускания усилителя. Поэтому отсутствие мер, ограничивающих полосу пропускания усилителя, резко увеличивает (на 20...30 дБ) уровень шума и ВЧ помех [2]. Если ещё учитывать и большой пик-фактор шумовых компонент (до 20 дБ), то получится весьма неприглядная картина. Положение ещё более ухудшается при существенном ВРП ООС [1], соизмеримом с периодом частоты F_1. В совокупности это ведёт к существенному увеличению искажений, в особенности атипичных [4]. Если учесть, что у реального звукового сигнала спектральные составляющие могут быть ниже максимального уровня на 40...80 дБ, то можно констатировать, что степень ухудшения реальных звуковых характеристик усилителей (УМЗЧ) весьма высока.

Введение в усилитель глубокой, стопроцентной ООС на ВЧ — наиболее эффективный метод снижения уровня высокочастотных компонент; тем самым резко снижается (предотвращается) и появление низкочастотных интермодуляционных помех. Разумеется, что крайне глубокая ООС [4], с запасом усиления в 120 дБ и более, компенсирует любые искажения. В этом случае коэффициент деления в цепи обратной связи (как на ВЧ, так и на НЧ) должен быть небольшим или вообще отсутствовать. Именно из-за данного обстоятельства все усилители [1—4], ранее опубликованные автором, обладают относительно низким коэффициентом деления в цепи ООС (около 10), т. е. имеют невысокое усиление (20 дБ) на звуковых частотах. Минимальное ослабление во всей полосе частот и есть тот ключевой фактор, позволяющий получить максимальную эффективность действия ООС.

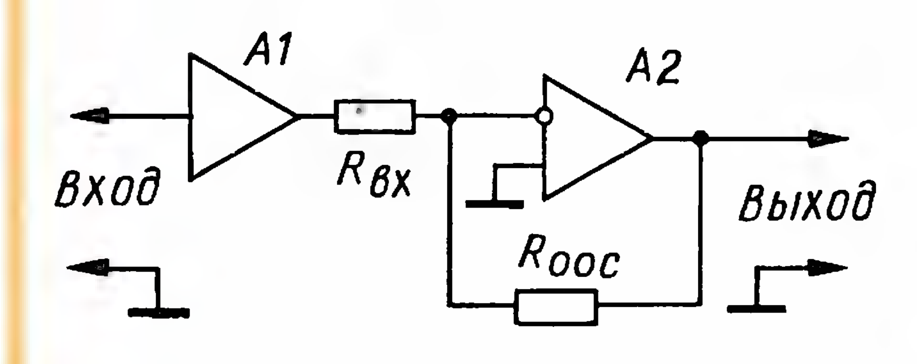


Рис. 1

Наиболее просто низкий коэффициент деления реализуется в местной ООС, охватывающей отдельные каскады УМЗЧ. Например, в неинвертирующем (для сигнала) усилителе целесообразно применять структуру на основе двух каскадов, как показано на **рис. 1**. Здесь первый каскад (в виде маломощного высоколинейного усилителя А1) усиливает сигнал по напряжению, а второй (мощный и нелинейный усилитель А2) охвачен стопроцентной (или близкой к 100 %) ООС, т. е. работает как повторитель, усилитель тока. Следует заметить, что именно подобная структура применяется в многочисленных УМЗЧ.

В инвертирующем усилителе целесообразно применять аналогичную структуру также на основе двух каскадов усиления, как, например, показано на **рис. 2**. Здесь первый усилитель (маломощный и высоколинейный) усиливает сигнал по напряжению, а второй (мощный и нелинейный) охвачен ООС, которая близка к стопроцентной, т. е. сопротивления резисторов $R_{вх}$ и $R_{ООС}$ приблизительно равны.

Рис. 2

Итак, мы рассмотрели две схемы (см. рис. 1 и 2), где деление (ослабление) сигнала цепью обратной связи минимально, т. е. выходные каскады усилителей охвачены ООС, близкой к стопроцентной. Однако у подобных структур имеется общий недостаток: первый каскад должен обеспечить при минимальных искажениях напряжение, сравнимое с выходным напряжением мощного каскада.

Токовое управление УМ

В инвертирующих усилителях с ООС возможен ещё один вариант (**рис. 3**), у которого подобный недостаток отсутствует. Здесь первый усилитель выполнен в виде источника тока, управляемого напряжением (ИТУН), а второй (мощный и нелинейный) охвачен стопроцентной ООС на ВЧ и какое-либо ослабление (деление) сигнала в цепи обратной связи отсутствует, что обусловлено высоким выходным сопротивлением источника (генератора) тока. То есть сигнал искажений, приходящий по цепи обратной связи на вход ОУ, не ослаблен (не уменьшен), соответственно, и ООС может максимально эффективно его подавить (компенсировать). По сути, применение источника (генератора) тока (ИТУН на рис. 3) эквивалентно улучшению шумовых характеристик А2 по сравнению с типовой структурой ООС. Причём отношение сигнал/шум можно улучшить во столько раз, во сколько уменьшается усиление (до 10...30 раз). Во столько же раз увеличивается запас усиления внутри петли. Можно сказать, повышается разрешающая способность или, говоря "цифровым" языком, как бы увеличивается битрейт.

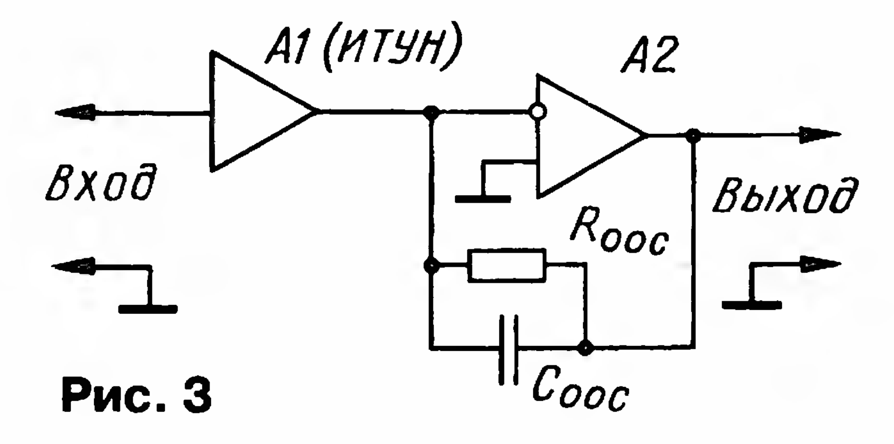


Рис. 3

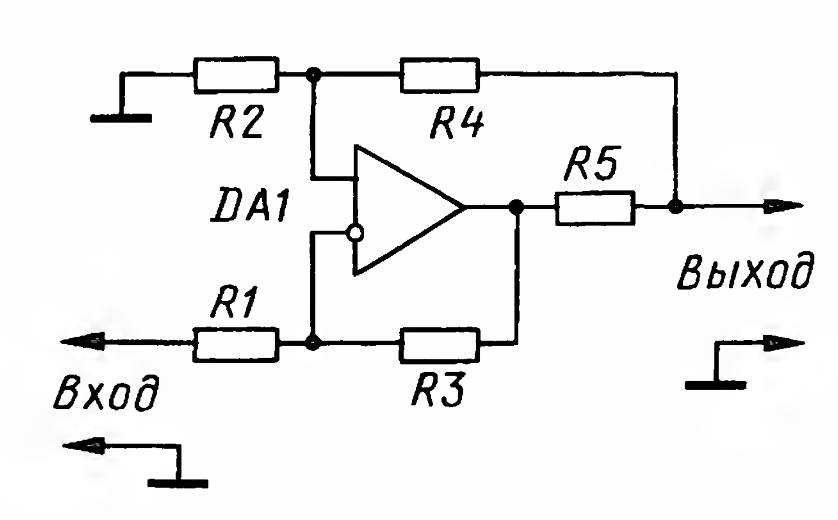


Рис. 4

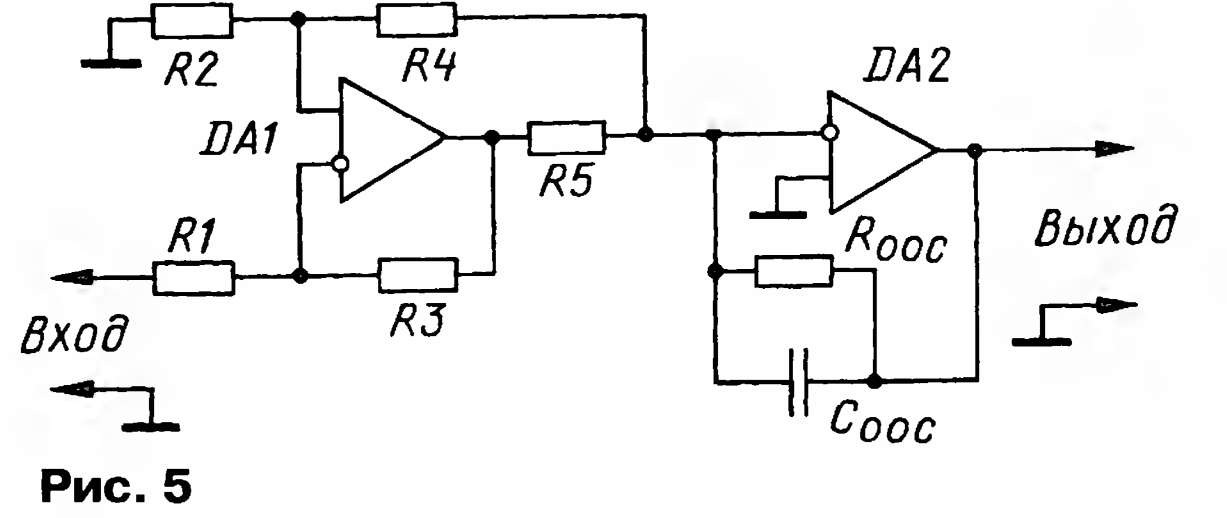


Рис. 5

Само собой разумеется, подобные источники тока (т. е. ИТУН) можно применять и в прочих устройствах, например, в сумматорах сигнала для микшеров. Причём, несмотря на то что самих источников сигнала может быть много, какое-либо шунтирующее (ослабляющее) действие на сигнал ООС это не оказывает, чем и достигается весьма высокое качество усиления.

Итак, можно сделать обобщающий вывод, что сам источник сигнала в усилителе, охваченном ООС, целесообразно выполнять на основе источника (генератора) тока. Иное название усилителя—источника (генератора) тока — усилитель с токовым выходом, т. е. с высоким выходным сопротивлением. В

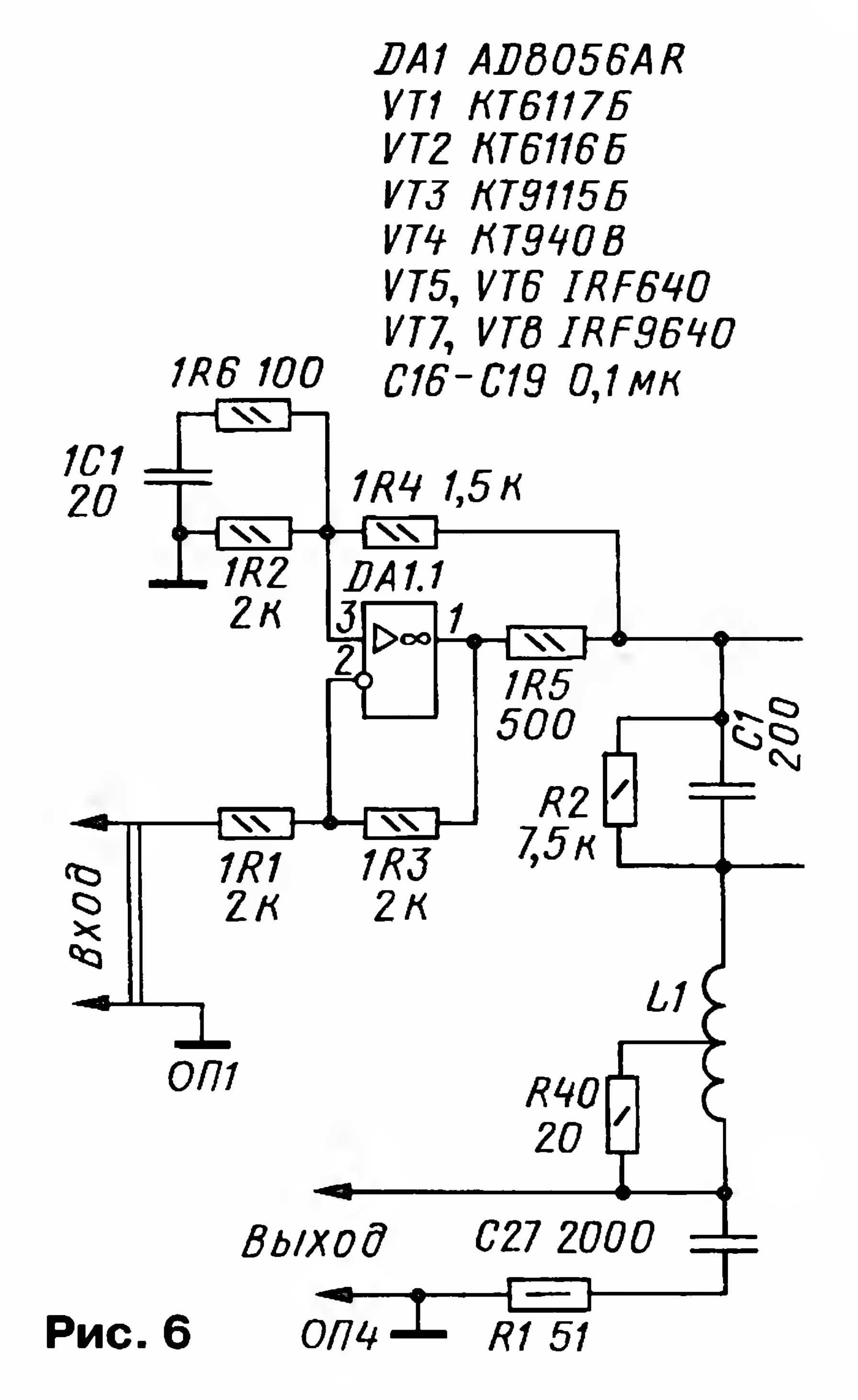


Рис. 6

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

этом случае ООС максимально эффективна и превращается в стопроцентную во всём диапазоне частот. Причём уровни сигналов должны быть максимально возможные, а шумовые характеристики — предельно низкими. Разумеется, должны соблюдаться и прочие критерии качества действия ООС.

Усилитель с токовым выходом часто имеет более сложную схему в сравнении с обычным усилителем. Возможно использование и упрощённых их версий, однако, как правило, у них имеются некоторые недостатки. Общий анализ этой темы достаточно объёмный и выходит за рамки данной статьи. Кратко с этим вопросом можно ознакомиться, например, в [5].

Один из вариантов усилителя с токовым выходом на основе ОУ показан на **рис. 4**. Для работы этого узла в качестве источника тока следует выполнить условие

R1 = R2, R3 = R4+R5.

Эта схема усилителя с токовым выходом достаточно хорошо известна, но, несмотря на определённые достоинства, у него имеются и некоторые недостатки. Первый недостаток — это относительно низкое (причём нестабильное) входное сопротивление. Второй недостаток связан с тем, что такой усилитель, по существу, не обладает высоким выходным сопротивлением, а всего лишь эмулирует его. Другими словами, его высокое выходное сопротивление обусловлено применением местной обратной связи (ОС), причём её следует рассматривать как положительную обратную связь (ПОС). В этой цепи сигнал также ослабляется, тем самым усилитель фактически обладает недостатками, о которых шла речь выше. Введение ПОС весьма негативно сказывается и на линейности усилителя. Поэтому для достижения высококачественных параметров здесь желательно применять ОУ, выходной каскад которых обладает высокой линейностью и при отсутствии ООС. Как вариант, можно рекомендовать дополнительный (буферный) эмиттерный повторитель, работающий в классе А.

На **рис. 5** приведена структурная схема усилителя (УМЗЧ) с токовым управлением, которая аналогична схеме на рис. 3. Схема усилителя с токовым выходом реализована на ОУ DA1 и идентична усилителю на рис. 4, соответственно, DA2 — это мощный усилитель (УМЗЧ), охваченный глубокой стопроцентной ООС на ВЧ. В общем случае, качество работы УМЗЧ во многом определяется качеством источника тока на ОУ DA1. Исходя из этого, в качестве DA1 целесообразно применять наиболее высококачественные ОУ (например, AD743).

УМЗЧ со стопроцентной параллельной ООС

Принципиальная схема УМЗЧ приведена на **рис. 6**. Его структура повторяет структуру рассмотренных ранее (см. рис. 3 и 5) усилителей. Фактически он представляет собой модификацию многоканального усилителя, опубликованного в [2], где в качестве резистора R1 применён усилитель с токовым выходом, схема которого реализована на ОУ DA1.1 и аналогична усилителю на рис. 4. Элементы усилителя с токовым выходом имеют отдельную нумерацию, она начинается с дополнительного префикса (индекса) цифры 1. В результате замены резистора R1 на источник тока обратная связь становится стопроцентной во всём диапазоне частот. В том случае, если вместо усилителя на ОУ DA1.1 установить резистор R1, то, соответственно, получится УМЗЧ, аналогичный [2].

По существу, УМЗЧ структурно состоит из двух частей: входного усилителя с токовым выходом и выходного мощного усилителя на основе МКУС, который охвачен глубокой стопроцентной ООС на ВЧ. В качестве этих составных частей возможно применение других усилителей.

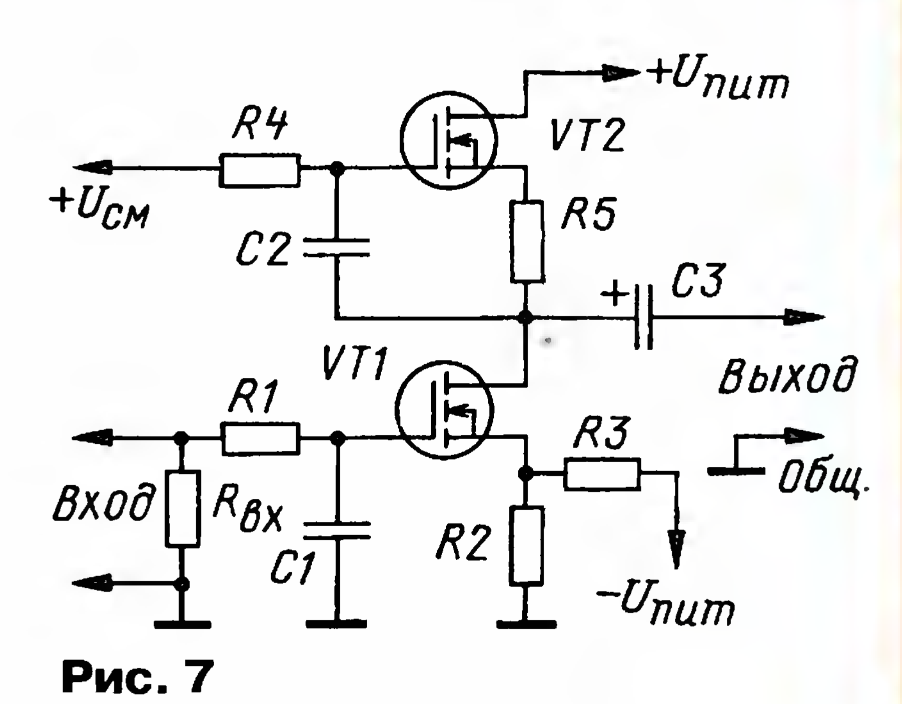


Рис. 7

На **рис. 7** приведена схема входного усилителя с токовым выходом, реализованного на дискретных полевых транзисторах. Несмотря на простоту, он свободен от недостатков усилителя, изображённого на схеме рис. 4. Однако имеются другие недостатки: наличие разделительного конденсатора C3, более низкое выходное сопротивление, возможный разброс параметров транзисторов; к достоинствам же можно отнести очень высокое входное сопротивление. Ввиду малости выходного напряжения отсутствует и умножение

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 8

входной (нелинейной) ёмкости. Относительно высокая линейность усиления достигается при токе покоя транзисторов, который в 10 (или более) раз больше выходного тока. Тем не менее, как правило, искажения такого каскада (усилителя) больше искажений выходного усилителя мощности. Однако следует подчеркнуть, что их спектр иной — это искажения полевого транзистора, работающего в глубоком классе А. При уменьшении сопротивления резисторов R2, R3 увеличивается усиление (крутизна) и ток покоя транзистора VT1. Причём резистор R2 в основном увеличивает усиление, а R3 — ток покоя VT1. На **рис. 8** показано подключение этого каскада к усилителю мощности в соответствии со структурной схемой на рис. 5.

На **рис. 9** приведена схема входного каскада, реализованная на полевых транзисторах КП903. Его можно рекомендовать для наиболее качественных УМЗЧ. Возможно, что этот вариант понравится разному рода адептам High End. На **рис. 10** ещё один вариант схемы, но с транзисторами КП501. На основе усилителя по схеме на рис. 7 разработан и вариант предварительного усилителя с токовым выходом на **рис. 11**. В данном случае отсутствует разделительный конденсатор, а с целью повышения линейности каскада ток покоя и крутизна увеличены за счёт параллельного включения маломощных транзисторов.

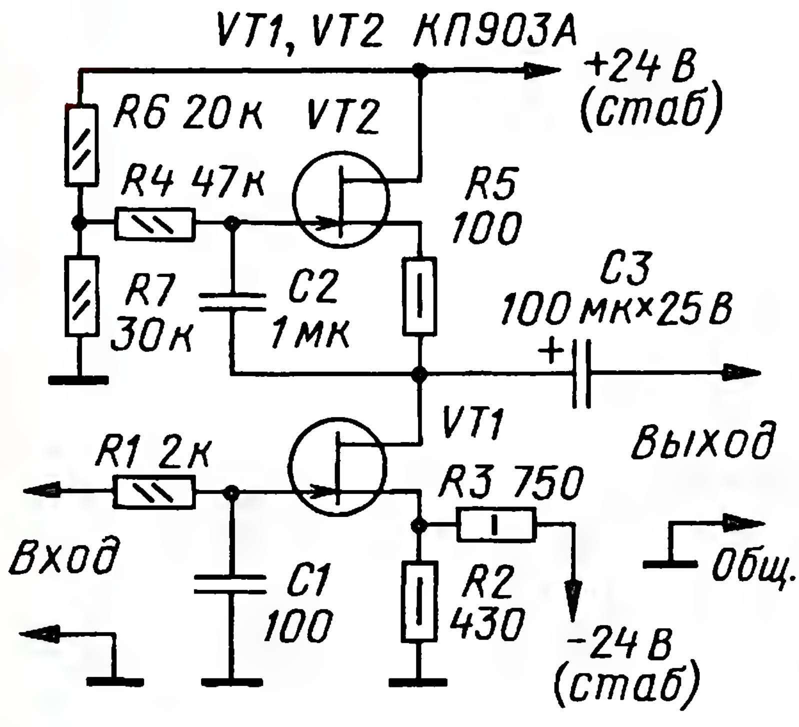


Рис. 9

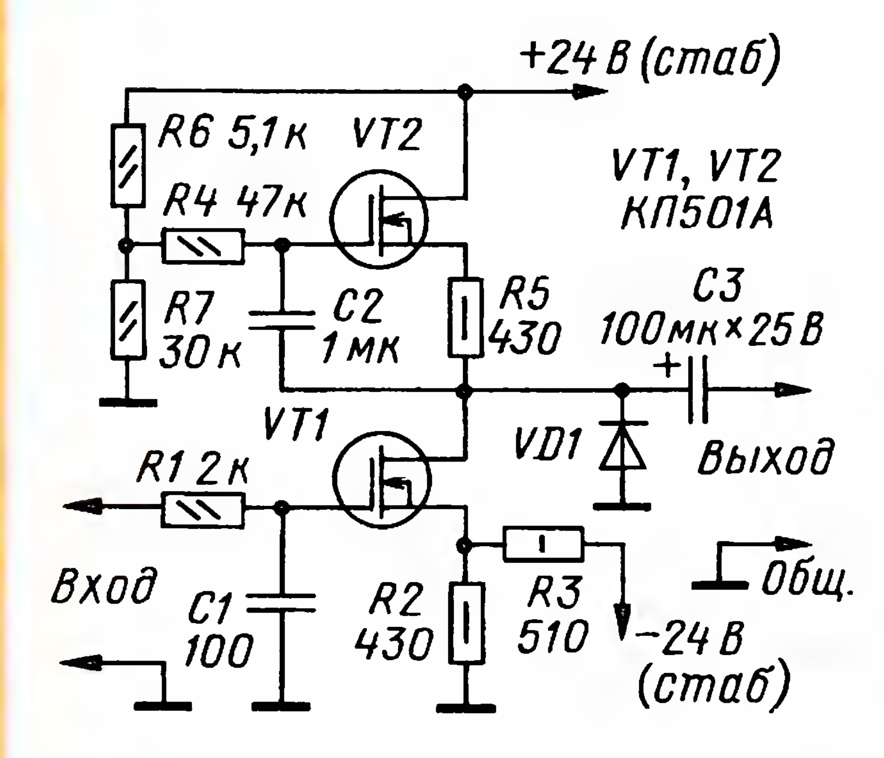


Рис. 10

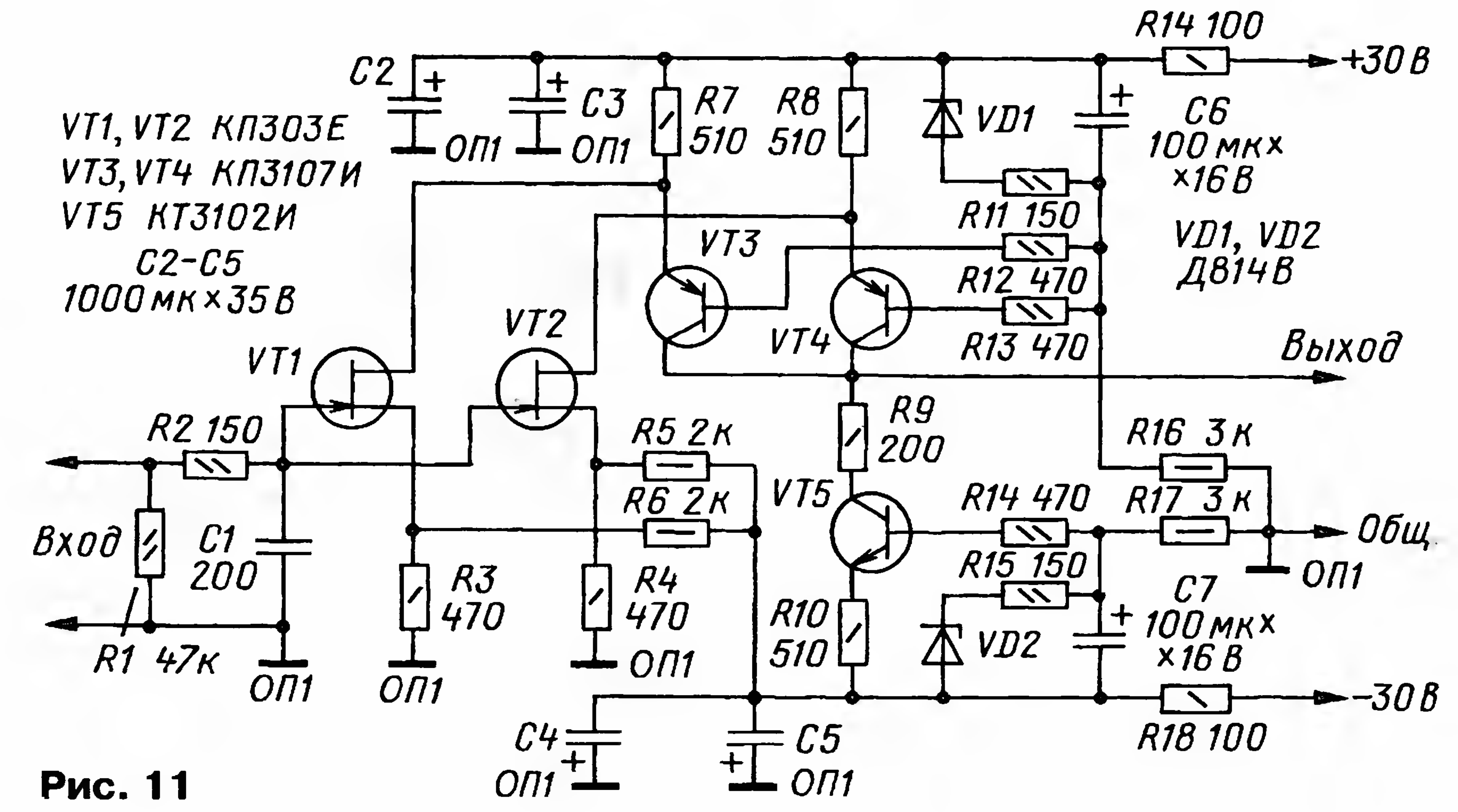


Рис. 11

В свою очередь, в качестве выходного усилителя тока может быть применён любой другой усилитель (УМЗЧ), допускающий работу со стопроцентной ООС на ВЧ. Однако рекомендуемые автором УМЗЧ имеют многоканальную структуру [2, 3]. Помимо прочего, они отличаются крайне малым ВРП ООС (2 нс) и широкой полосой действия ООС (до 200 МГц). Входные каскады этих усилителей идентичны, там же подробно пояснена и работа их выходных каскадов.

Принцип работы усилителя мощности с МКУС (см. рис. 6) состоит в том, что два канала усиления, для которых задано частотное разделение в широкой полосе действия многоканальной ООС, объединяются в сумматоре (в точке соединения элементов L2, C2, C3 согласующего устройства). Результирующий сигнал приходит на выход УМЗЧ (верхний вывод L1). Соответственно, к этой точке и подключена цепь ООС (R2, C1).

По сравнению с прототипом [2], в этой версии усилителя имеются некоторые изменения: повышено сопротивление цепи ООС, а также увеличен ток покоя предвыходного каскада каждого транзистора до 10 мА. Для улучшения термостабильности выходного каскада введены диоды VD1, VD2. Применение вольтодобавки (элементы VD9—VD14, C20, C21, R33—R38) позволило исключить дополнительный источник питания. Снижено напряжение питания выходного каскада и, соответственно, уменьшено число выходных транзисторов (до двух в плече). Выходная мощность УМЗЧ — 50 Вт. Усиление усилителя по напряжению равно 15.

Как отмечалось в [2—4], катушка индуктивности, соединяющая выход мощного усилительного канала с нагрузкой, должна быть низкодобротной. В этом УМЗЧ для снижения добротности индуктивности L2 используется низкодобротная ферритовая индуктивность L3 с очень малым числом витков. Конструктивно L3 представляет собой ферритовую "бусинку" с одним витком. В качестве феррита используется половина длины трубки от заводского дросселя Д-0,25 индуктивностью 200 мкГн.

В этом УМЗЧ вместо микросхемы AD8056 с двумя ОУ можно применить AD8055 (DA1.2) с одним ОУ, а в качестве усилителя с токовым выходом (DA1.1) можно рекомендовать другие, например, NE5534, NE5532 (напряжение шума $U_{ш}$ = 5 нВ/$\sqrt{Гц}$) при напряжении питания +/−12 В. В позиции DA1.1 не следует применять микросхемы К140УД11, К574УД1, К544УД2 — эти ОУ имеют повышенный уровень шума ($U_{ш}$ — около 20 нВ/$\sqrt{Гц}$) и значительно меньший выходной ток.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Литаврин А.** Многоканальное усиление в УМЗЧ с крайне глубокой ООС. — Радио, 2004, № 3, с. 18—20; № 4, с. 19—21, 32.

2. **Литаврин А.** Простой усилитель или МКУС в УМЗЧ с глубокой стопроцентной ООС. — **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2007/06/mkus.zip>**

3. **Литаврин А.** УМЗЧ с параллельным каналом и максимально глубокой ООС. — Радио, 2007, № 6, с. 19—22.

4. **Литаврин А.** УМЗЧ с крайне глубокой ООС. — Радио, 2011, № 4, с. 17—20; № 5, с. 17—19.

5. **Гутников В. С.** Интегральная электроника в измерительных устройствах. — М.: Энергоатомиздат, 1988, с. 65—74.

(Окончание следует)

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. "Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям" ("Роспечать") опубликовало доклад "Радиовещание в России. Состояние, тенденции и перспективы развития. 2011" (в формате PDF). Ознакомиться с ним можно по ссылке <**http://www.fapmc.ru/magnoliaPublic/dms-static/2a865043-80c6-4737-8c0e-3b897fc541dd**>.

Радиостанция "Голос России" транслирует программы на украинском языке, выходящие в эфир под названием "Наша Украина". Они записаны в Киеве в студиях "Национальной радиокомпании Украины" (**http://www.nrcu.gov.ua**). Время и частоты трансляции: с 10.33 до 11.00 по воскресеньям на частотах 621, 972, 999, 1314, 1323, 9850 (DRM) и 15545 (DRM) кГц (**http://ukrainian.ruvr.ru**).

Как сообщает сайт ФГУП "Московская городская радиотрансляционная сеть", в конце 2011 г. в Москве начнётся бесплатная установка так называемых "социальных розеток" в квартирах, где есть проводное радио. Из текста, размещённого на сайте <**http://www.mgrs.ru/new/assets/soc_roz/broshura_socialnaja_rozetka.pdf**>, следует, что "социальная розетка" позволит, кроме радио, получать сигналы телевидения (восемь бесплатных цифровых каналов) и пользоваться бесплатно Интернетом (2 Мбит/с). На панели розетки будут расположены динамическая головка для оповещения при чрезвычайных ситуациях и "тревожная кнопка" для вызова милиции и спасателей. Оставить заявку на установку можно на сайте компании <**http://www. mgrs.ru**>.

"Государственная телерадиовещательная компания "РТВ-Подмосковье" (ГТРК "РТВ-Подмосковье") транслирует радиопрограммы для жителей Московской области в СВ и УКВ диапазонах: на частоте 846 кГц задействован передатчик мощностью 150 кВт в районе г. Электросталь, на частоте 66,44 МГц — передатчик в Москве (Останкино), 69,53 МГц — в Серпухове, 91,7 МГц — в Подольске, 105,1 МГц — в Шатуре, 106,5 МГц — в Зарайске, 106,8 МГц — в Волоколамске. Сайт компании <**http:// www.rtvp.ru**>.

АСТРАХАНЬ. 47 лет назад, 1 августа 1964 г., в астраханском эфире зазвучали позывные радиостанции "Маяк". Наверное, по стечению обстоятельств, как раз 1 августа 2011 г. в Астрахани "Маяк" начал вещание на частоте 101,2 МГц, параллельно с уже использующейся частотой 67,58 МГц.

ЕКАТЕРИНБУРГ. Радиостанция "Рок-Арсенал" начала вещание на частоте 104,5 МГц в эфире Екатеринбурга. Эта рок-станция появилась в эфире города ещё весной этого года. До конца июля она оставалась безымянной, в паузах между песнями звучал анонс — "The World greatest radiostation!". Название станции предложили сами слушатели в ходе опроса. Станция не сетевая, в программах вещания преобладает классический рок.

УФА. Эфир столицы Башкортостана Уфы представлен радиостанциями, указанными в **табл. 1**

Таблица 1

Название радиостанции	Частота, МГц
"Ашкадар"	66,68
"Шансон"	67,46
"Радио России"/ ГТРК "Башкортостан"	68,24
"Маяк"	69,14
"Первый канал"	69,68
"Милицейская волна"	71,30
"Детское радио"	90,6
"Эхо Москвы"	91,1
"DFM"	91,5
"Маяк"	101,2
"Первый канал"	101,6
"Манхэттен"	102,5
"Роксана"	103,0
"Первое популярное радио"	103,5
"Ретро FM"	104,0
"Русское радио"	104,5
"Хит FM"	105,0
"Юлдаш"	105,5
"Европа плюс"	106,0
"Авторадио"	106,5
"Спутник FM"	107,0
"Бизнес FM"	107,5
"Дорожное радио"	107,9

Примечание.
Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + + 4 ч.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

АФГАНИСТАН. Согласно сообщению "Bakhtar News Agency" (**http://bakhtarnews. com.af/en/index.php?news=6070**), 30 июля возобновила свою работу после длительного перерыва зарубежная служба "Радио Афганистан". Вещание ведётся с 15.30 до 16.30 на английском и урду языках. Радиостанция работает на частоте 6100 кГц. В будущем планируется добавить передачи на русском, арабском, немецком и французском языках.

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Тенденция массовой ликвидации коротковолнового вещания продолжается. Ещё один серьёзный шаг в этом направлении сделала британская компания Babcock. Напомним, она в настоящее время управляет передатчиками "BBC World Service" в Великобритании и за её пределами (ранее этим занимались поочередно **Merlin Communications** и **VT-group**).

Менеджмент компании объявил о предстоящем закрытии к 25 декабря 2011 г. самого крупного и современного передающего центра в Рампишаме (Rampisham). Этот передающий центр имеет десять коротковолновых передатчиков, установленных в период с 1985 г. по 1991 г. Два остающихся в эксплуатации на территории Великобритании — в Скелтоне (Skelton) и Вуффертоне (Woofferton) — имеют в своём составе передатчики, выпущенные в 60-х годах прошлого века.

Очевидно, что эта ликвидация передающего центра — последствие огромного сокращения трансляций, прежде всего, "BBC World Service", и в дополнение к этому — "Немецкой волны", которая тоже использовала мощности Рампишама

МОЛДОВА. Радиостанция "Международное радио Молдовы" транслирует свои программы только в сети Интернет с понедельника по пятницу 30-минутными выпусками на английском, французском, испанском, румынском и русском языках. Сайт радиостанции на русском языке: <**http://www.trm.md/index.php?module=radio_international_audio_news&languarge=ru**>.

США. Находящаяся в штате Теннесси радиостанция "WTWW" ("We Transmit World Wide"), зарегистрированная и смонтированная частным лицом Георгом МакКлинтоком (George McClintock), имеет в своём составе три стокиловаттных передатчика. Один из них уже круглосуточно транслирует программы на английском языке по следующему расписанию: с 13.00 до 00.00 — на частоте 9480 кГц; с 00.00 до 13.00 — на частоте 5755 кГц.

В ближайшее время предполагается запуск в работу следующего передатчика. На сайте этой радиостанции (**http://wtww.us/pages/program-schedule.php**) среди различных языков вещания указываются и трансляции на русском — с 11.00 до 14.00 на частоте 12100 кГц.

DX-программы

"С 1 сентября текущего года Русская служба "Голоса России" планирует ввести новую сетку программного вещания. В новой сетке не нашлось места для программы "Клуб DX". Насколько мне удалось понять из пространных объяснений, программам с узкой направленностью для ограниченной аудитории нет места в новой сетке популярной станции, которая ориентируется на работу в FM-эфире. Радиолюбители — это анахронизм, который не является аудиторией радио "Голос России". При составлении новой сетки, как мне было сказано, мнение главного редактора Русской службы не учитывалось".

Эта информация размещена автором и ведущим "Клуба DX" на радиостанции "Голос России" В. Алексеевым на российском "DX портале" <**http://dxing.ru/novosti/21-radioveschanie/1502-klub-dx.html**>.

Радиолюбители дальнего приёма выражают своё сожаление и рекомендуют подключиться к работе "Клуба DX" на WRN (World Radio Network — Лондон, Великобритания). На русском языке программы можно прослушивать в субботу — 11.06 и 19.46, воскресенье — 06.46, понедельник — 03.16. В Москве и области — на частоте 738 кГц; в Европе, европейской части России, на Ближнем Востоке и Северной Африке — через спутник Hortberd, 13 град. в. д., канал 94, частота 12,597 ГГц, вертикальная поляризация (название цифрового канала "WRN Russkij").

Программы передач можно найти в Интернете на сайте <**http://wrn.ru**>.

ИНТЕРНЕТ

Учитывая тот факт, что очень многие иностранные и российские

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

Таблица 2

Название радиостанции	Сайт	Прямая ссылка на аудиофайлы (поток)
"Голос России"	http://rus.ruvr.ru	http://player.streamtheworld.com/liveplayer.php?CALLSIGN=RUVR
"Культура"	http://www.cultradio	mms://live.rfn.ru/rcult
"Маяк"	http://www.radiomayak	http://live.rfn.ru/radiomayak.fm
"Орфей"	http://www.muzcentrum.ru/orfeus	mms://live.rfn.ru/orfey
"Радио России"	http://www.radiorus.ru	mms://live.rfn.ru/radiorussia
"Радонеж"	http://www.radonezh.ru/radio	http://195.151.189.25/RAD.mp3
"Чечня свободная"	http://www.chechnyafree.ru	http://playerservices.streamtheworld.com/m3u/RUVR_KAV.m3u
"Эхо Москвы"	http://www.echomsk.ru	http://radio.echo.msk.ru:8000/listen.pls

радиостанции в настоящее время активно перемещают своё вещание из эфира в Интернет, мы начинаем публикацию справочной информации, позволяющей полноценно прослушивать передачи при наличии компьютера и подключения к Интернету. Все ссылки приведены для трансляций на русском языке и проверены автором. Список сайтов приведён в **табл. 2**.

Хорошего приёма и 73!

Конвертер к радиоприёмнику для приёма DRM-радиостанций

В. БОЙКО, г. Иркутск

Предлагаемый конвертер собран на базе радиовещательного УКВ ЧМ радиоприёмника с микросхемой TDA7088. Совместно с компьютером и радиовещательным приёмником КВ диапазона он позволяет принимать DRM-радиостанции. Конвертер преобразует сигналы ПЧ 455 кГц в сигналы ПЧ 12 кГц, которые поступают на звуковую карту компьютера и обрабатываются специализированной программой.

В радиолюбительских конструкциях для преобразования сигналов ПЧ радиовещательных приёмников (450, 455 или 465 кГц) в ПЧ 12 кГц, необходимую для демодуляции сигналов DRM-радиостанций в компьютере, широко применяется метод преобразования частоты в самом радиоприёмнике [1, 2]. Для его реализации применяют так называемый "телеграфный гетеродин", сигнал которого подают в тракт ПЧ радиоприёмника. Преимущество такого способа — простота, но ему присущь ряд существенных недостатков, в частности, снижение чувствительности радиоприёмника из-за мощного сигнала "телеграфного гетеродина" и появление интермодуляционных составляющих в спектре ПЧ 12 кГц.

Устранить отмеченные недостатки и повысить качество приёма можно, если применить автономный преобразователь частоты (конвертер) сигналов ПЧ 450, 455 или 465 кГц в ПЧ 12 кГц. Проще всего реализовать такой конвертер на базе карманного сканирующего радиовещательного УКВ ЧМ радиоприёмника. В продаже имеется довольно много различных моделей таких приёмников, имеющих схожие схемотехнические решения. В большинстве из них применена специализированная микросхема ЧМ приёмника TDA7088. УЗЧ чаще всего собран на микросхеме YD2822A (или её аналоге) или двух, трёх транзисторах.

Используя узлы, входящие в состав микросхемы TDA7088, например, усилитель ВЧ, генератор, балансный перемножитель сигналов, можно сделать автономный конвертер 455/12 кГц для преобразования сигналов DRM. Для изготовления такого конвертера потребуется доработка сканирующего УКВ ЧМ радиоприёмника. Такая конструкция будет иметь готовый корпус со встроенными гнёздами и батарейным отсеком, что позволит применять её совместно с различными типами АМ радиоприёмников.

Для доработки был выбран УКВ ЧМ радиоприёмник "Fusun". На **рис. 1** показаны изменения в схеме включения микросхемы TDA7088, которые следует выполнить для использования её в качестве конвертера 455/12 кГц. Все изменения показаны красным цветом. Нумерация элементов может не совпадать с нумерацией элементов на плате. Во входной цепи исключают резистор R1, конденсатор C1, катушку индуктивности L1 и телескопическую антенну. Конденсатор C3 ёмкостью 82 пФ заменяют конденсатором ёмкостью 1000 пФ. К этому конденсатору подключают экранированный провод длиной 15...20 см с вилкой XP1 на конце. По этому проводу на вход микросхемы DA1 поступает сигнал ПЧ 455 кГц с выхода полосового фильтра ПЧ радиоприёмника.

В частотозадающей цепи гетеродина удаляют элементы L2, R3, C13, C17, VD1. Конденсатор C14 ёмкостью 27 пФ заменяют конденсатором ёмкостью 750 пФ, который подбирают при налаживании.

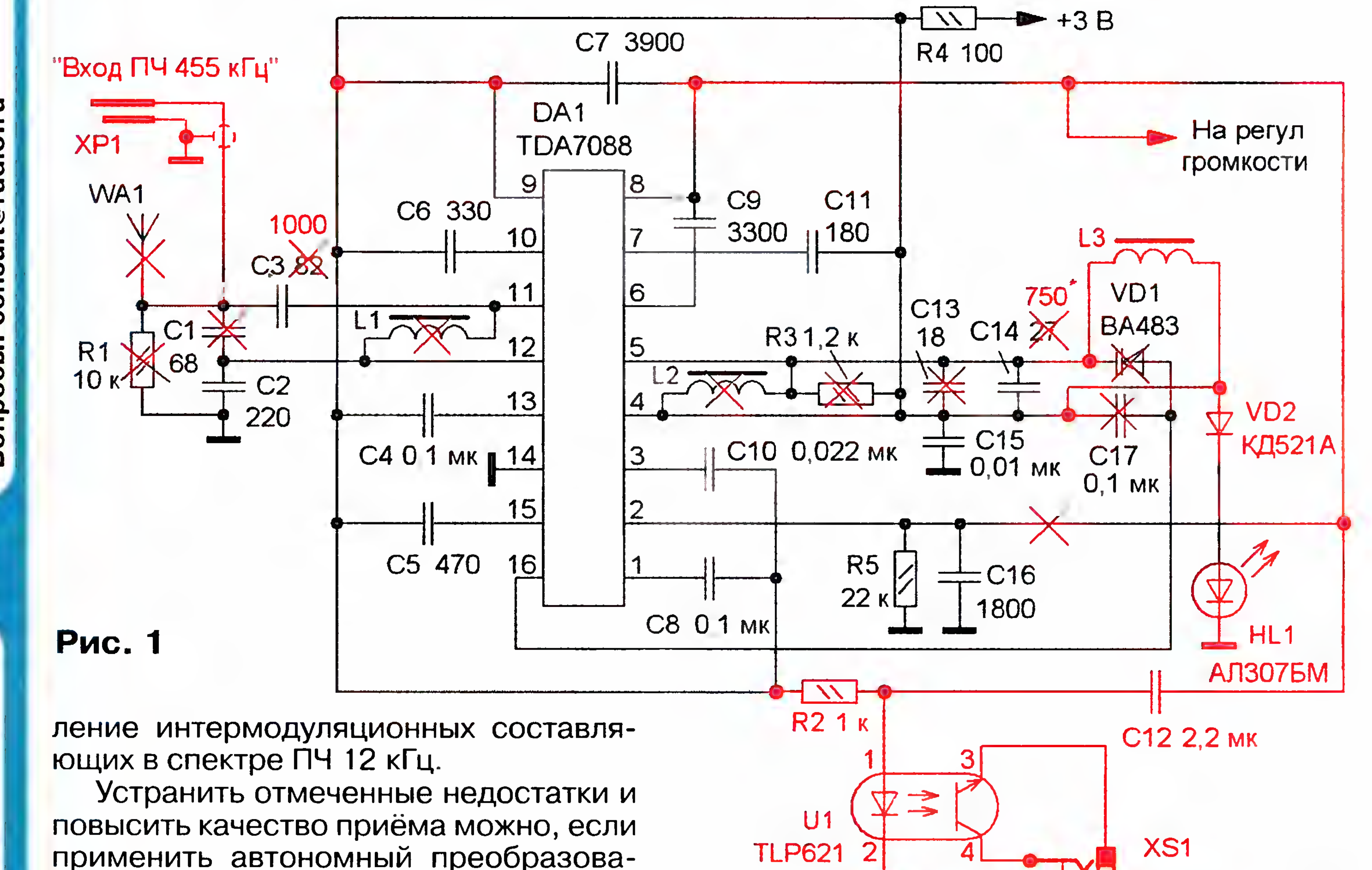


Рис. 1

Взамен катушки L2 устанавливают катушку L3 индуктивностью 1 мГн, намотанную на ферритовом кольцевом магнитопроводе. Совместно с конденсатором C14 она задаёт частоту гетеродина 462 кГц. Для повышения стабильности частоты введён параметрический стабилизатор напряжения на резисторе R4, диоде VD2 и светодиоде HL1.

Выходной сигнал ПЧ 12 кГц формируется на выводе 8 микросхемы, при этом вывод 9 соединяют с линией питания 3 В. Конденсатор C7 дополнительно подавляет высокочастотные составляющие. Печатный проводник, соединяющий переменный резистор регулятора громкости с элементами R5, C16 и выводом 2 микросхемы, перерезают, и соединяют переменный резистор с выводом 8 микросхемы.

Узел гальванической развязки конвертера и ПК выполнен на оптопаре U1. На излучающий диод оптопары через конденсатор C12 поступает сигнал ПЧ 12 кГц, а через резистор R2 — напряжение смещения с линии питания микросхемы.

Фототранзистор оптопары подключают к гнезду XS1, устанавливаемому на корпусе FM приёмника. Эмиттер фототранзистора подключают к внешнему контакту гнезда XS1. К этому гнезду подключают экранированный кабель, соединённый с микрофонным входом аудиокарты, на которой имеются нагрузка и питающее напряжение для фототранзистора.

Применены постоянные резисторы С2-23, МЛТ, конденсаторы — К10-17, гнездо — телефонное 3,5 мм. Катушка L3 намотана на магнитопроводе типоразмера К8×4×2 из феррита 2000НН. Острые грани кольца обтачивают наждачной бумагой, затем его покрывают в два слоя нитролаком для ногтей и хорошо просушивают. Обмотка содержит 100 витков провода ПЭЛ 0,2 мм, для неё потребуется провод длиной около 1 м. Середина провода помещается в кольцо и поочерёдно наматывается по 50 витков в разных направлениях.


Рис. 2

На плате демонтируют ставшие ненужными элементы, при этом старую катушку гетеродина (L2) приёмника следует, не выпаивая, растянуть и обрезать выводы длиною около 3 см, концы которых залуживают, они будут использованы для подборки конденсатора С14. Все вновь устанавливаемые элементы контура гетеродина должны быть размещены компактно на месте прежнего контура. Новую катушку на плате фиксируют воском (**рис. 2**). Остальные элементы монтируют на плате со стороны печатных проводников. Гнездо XS1 устанавливают взамен телескопической антенны, на его выводах монтируют оптопару, резистор R2 и конденсатор С12.

Налаживание конвертера сводится к установке частоты гетеродина. Подборкой конденсатора С14, начиная с ёмкости 720 пФ, устанавливают частоту 467±2 кГц. Для её контроля можно применить радиоприёмник СВ диапазона с синтезатором частоты. Контролируют частоту этим приёмником по второй (934±4 кГц) или третьей гармонике (1401±6 кГц) гетеродина. Для АМ приёмника с ПЧ 450 кГц гетеродин следует настроить на частоту 462±2 кГц, а для ПЧ 465 кГц — на частоту 477±2 кГц.

Для подключения конвертера к АМ приёмнику необходимо вывести сигнал его ПЧ на отдельное гнездо или использовать приёмник, имеющий такое гнездо, например "Redsun RP2100". Схема подключения гнезда для приёмников, имеющих ФПЧ с полосой пропускания больше 10 кГц, показана на **рис. 3**. Соединение следует проводить экранированным проводом минимальной длины. Если в корпусе приёмника нет свободного места, но есть гнездо для подключения внешнего источника питания, его можно использовать для вывода сигнала ПЧ. При этом потребуется соответствующим образом доработать печатную плату.

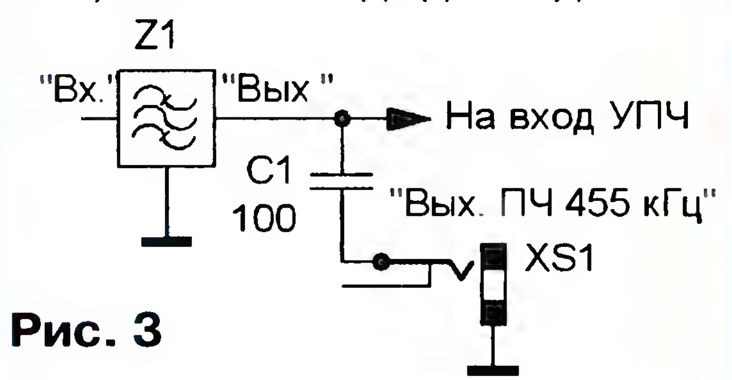


Рис. 3

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бойко В.** Простая приставка к приёмнику для приёма DRM-радиостанций. — Радио, 2010, № 11, с. 15—17.

2. **Бойко В.** Опыт приёма DRM-радиостанций в Иркутске. — Радио, 2008, № 7, с. 22—25; № 8, с.14 —17.

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Программно-аппаратный комплекс "СКАТ" для измерения АЧХ четырёхполюсников

Р. СОКОЛЬСКИЙ, г. Грязи Липецкой обл.

Применены резисторы и конденсаторы для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Остальные постоянные резисторы — МЛТ, С2-23, подстроечные — СП3-19. Все оксидные конденсаторы с выводами — импортные или К50-35, остальные — К10-17, КМ. Преобразователь напряжения MAU207 заменим на MAU203. В этом случае с общим проводом у него следует соединить вывод 5. Кварцевый генератор — для поверхностного монтажа КХО-97. Кварцевый резонатор — любой малогабаритный на частоту 20 МГц. Светодиод HL1 может быть любого типа зелёного цвета свечения в пластмассовом корпусе диаметром 3...5 мм. Транзистор КТ312Б заменим на транзисторы серий КТ312, КТ3102 с любыми буквенными индексами. Катушки ФНЧ блока усилителя бескаркасные, намотаны проводом ПЭВ-2 диаметром 0,5 мм на оправке диаметром 5 мм и содержат по 8 витков.

Перед первым подключением прибора к USB-порту компьютера следует убедиться в отсутствии замыкания между линией питания +5 В и общим проводом (корпусом прибора). После подключения к компьютеру он обнаружит новое устройство и предложит установить для него драйвер, который устанавливают стандартными средствами Windows. При установке укажите путь к папке драйвера FTDI, который входит в состав инсталляционного пакета программы "СКАТ" (самую свежую версию драйвера можно скачать с сайта производителя: (**http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm**). После установки драйвера устанавливают саму программу "СКАТ".

Окончание. Начало см. в "Радио", 2011, № 9

Для налаживания прибора запускают программу "СКАТ", устанавливают режим генератора и выходную частоту в интервале 15...25 МГц. Коаксиальным кабелем соединяют вход с выходом прибора, и ВЧ вольтметром измеряют напряжение на выходе усилителя — оно должно быть не менее 0,6 В. Если это не так, подборкой резистора R10 на плате усилителя устанавливают требуемое значение. Затем желательно проконтролировать осциллографом форму сигнала в диапазоне частот 0,05...30 МГц — синусоидальный сигнал не должен иметь видимых искажений.

Цифровым вольтметром измеряют постоянное напряжение на выходе ОУ DA1.1 (вывод 1) в микроконтроллерном блоке — это напряжение будет соответствовать уровню 0 dB для логарифмической шкалы прибора. Подстроечным резистором R2 устанавливают на выходе ОУ DA1.2 (вывод 7) напряжение на несколько милливольт меньше — это будет уровень 0 dB для линейной шкалы. Подстроечным резистором R7 устанавливают на эмиттере транзистора VT1 напряжение на 50...100 мВ больше напряжения на выходе ОУ DA1.1. Это будет образцовое напряжение для встроенного в микроконтроллер АЦП.

Далее открывают программу "СКАТ", устанавливают режим ГКЧ с минимальной частотой 50 кГц, максимальной 50 МГц и логарифмическим детектором. На экране монитора будет видна собственная АЧХ прибора (**рис. 11**). Небольшой завал выше 40 МГц обусловлен особенностями работы синтезатора AD9850 при работе на частотах выше 33 МГц. Если неравномерность в полосе частот 0,01...40 МГц превышает 0,5 дБ, в блоке усилителя следует подобрать резистор R3 и конденсатор С7. Резистор R3 влияет на АЧХ в области низких частот, а конденсатор С7 — в области высоких.

Перед началом использования прибор следует откалибровать по частоте и уровню сигнала. Калибровка по частоте может выполняться один раз перед первым применением. Для этого потребуется частотомер, и чем выше будет его точность, тем точнее будет и калибровка. Прибор подключают к компьютеру, дают ему прогреться несколько минут и запускают программу "СКАТ". Если связь с прибором установлена, в нижней строке слева появится сообщение **OK**. Нажав на экранную кнопку **ГЕН** на панели инструментов окна программы, включают режим генератора (**рис. 12**). На панели инструментов нажмите на кнопку — это запустит мастер калибровки. В открывшемся окне мастера установите максимальную рабочую частоту и нажмите на кнопку **ДАЛЕЕ**. Измерьте частотомером выходную частоту прибора, и в окне мастера **РЕАЛЬНАЯ ЧАСТОТА** введите измеренную частоту с точностью до герца и нажмите на кнопку **ДАЛЕЕ**. На этом калибровка прибора по частоте закончена.

Для калибровки уровней сигнала следует применить готовые высокочастотные 50-омные коаксиальные аттенюаторы на –40 дБ и –12 дБ или изготовить их самостоятельно. Схемы этих аттенюаторов показаны на **рис. 13**,а и рис. 13.б соответственно. Следует уделить особое внимание их конструкции, ведь от этого будет зависеть точность измере-

Рис. 11

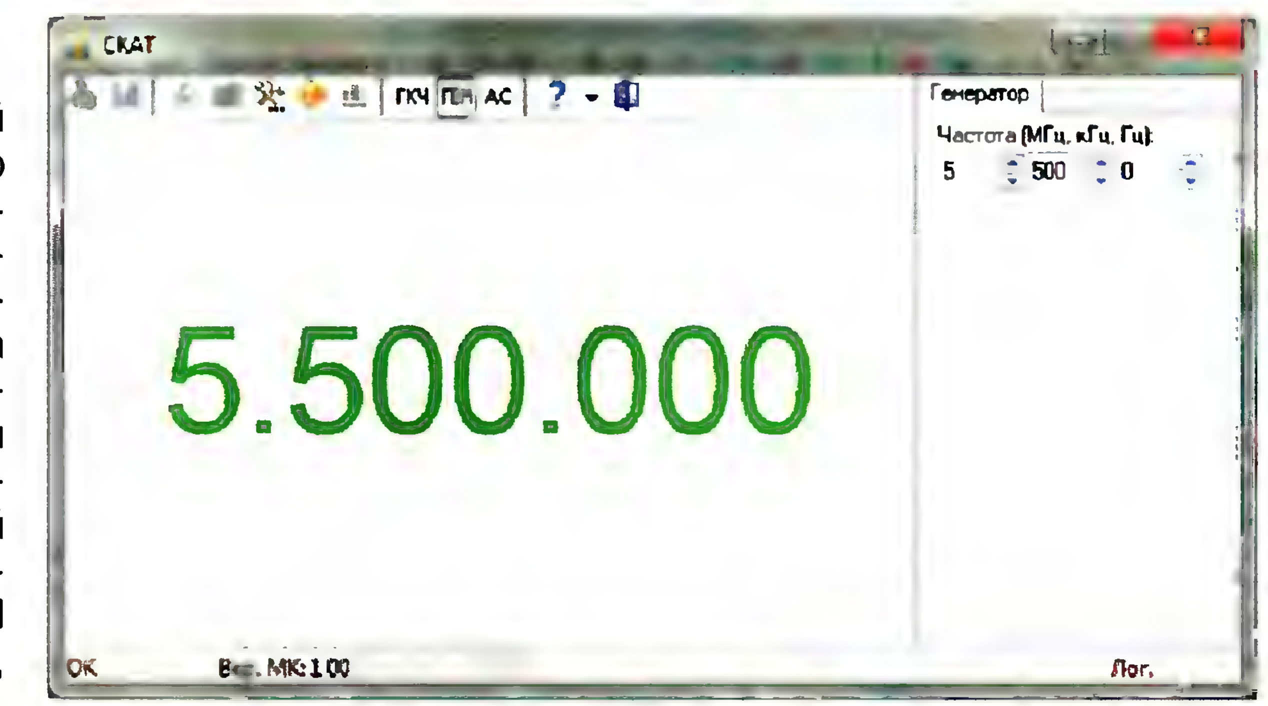


Рис. 12

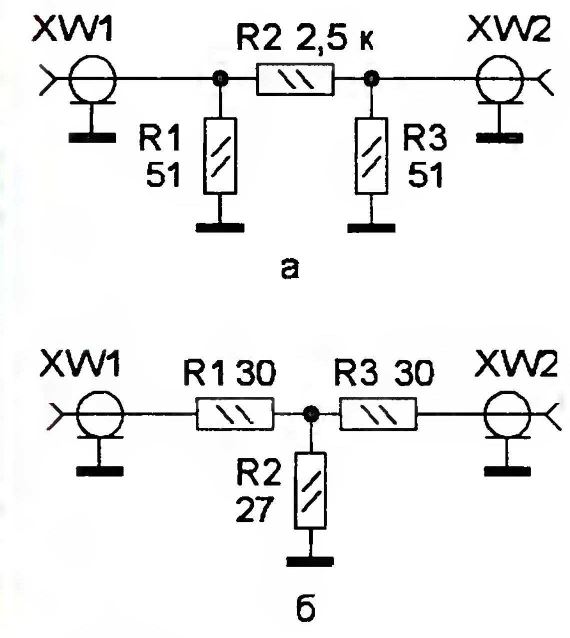


Рис. 13

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

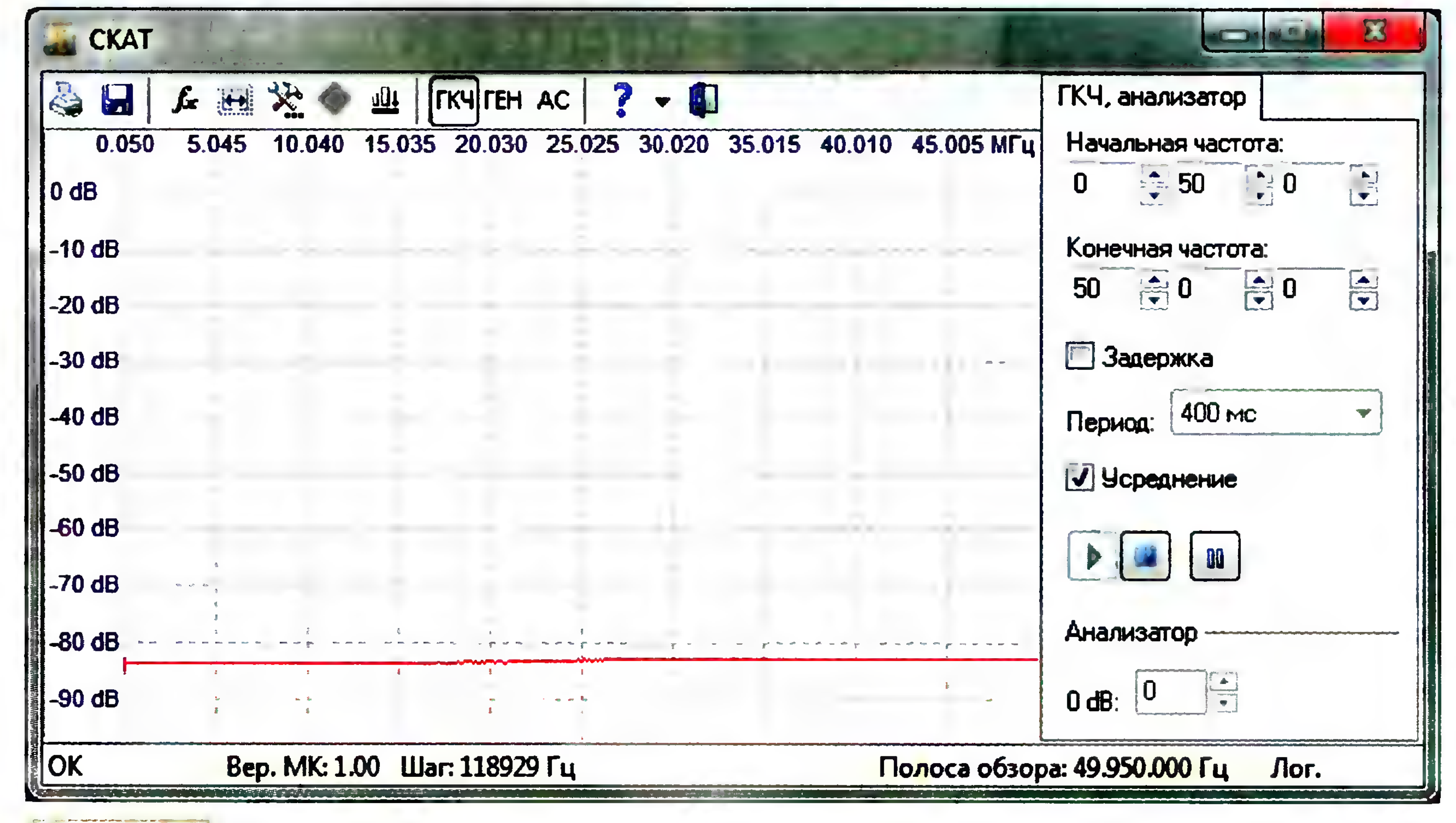


Рис. 14

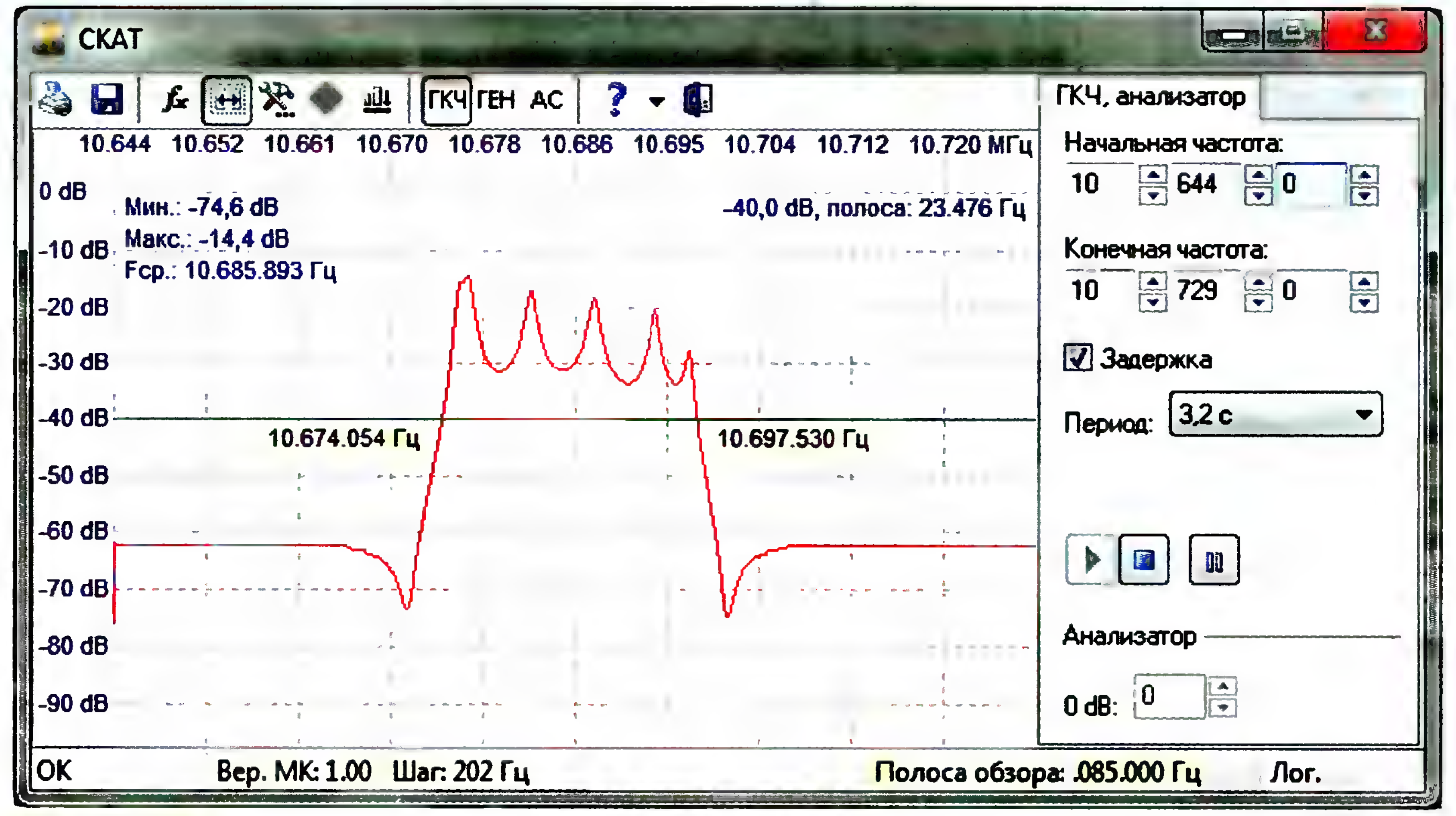


Рис. 15

ний. У автора для аттенюаторов применены металлические корпусы от внешних делителей осциллографа (см. рис. 6). Внутри корпуса аттенюатора −40 дБ, в его середине установлена металлическая перегородка, разделяющая вход и выход аттенюатора. В каждом из отсеков размещено по резистору R1 и R3, а резистор R2 пропущен сквозь небольшое отверстие в перегородке. Применены резисторы С2-10 или МЛТ, их следует предварительно подобрать с погрешностью не более ±1 %.

Калибровка уровней проводится раздельно для логарифмической и линейной шкал, её можно проводить для различных диапазонов частот. Если неравномерность собственной АЧХ прибора не превышает 1...2 дБ, калибровку можно произвести только один раз во всём диапазоне. Для этого прибор подключают к компьютеру и запускают программу. Если связь с прибором установлена, в нижней строке состояния будет сообщение **ОК**. Включают режим ГКЧ и устанавливают нижнюю и верхнюю границы диапазона рабочих частот. Нажимают на кнопку ▶, и нажатием на кнопку запускают мастер калибровки. Соединяют вход и выход прибора коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 50 Ом и нажимают на кнопку **ДАЛЕЕ**. Затем включают между входом и выходом прибора аттенюатор −40 дБ для логарифмического детектора или −12dB для линейного. В окне мастера калибровки нажимают на кнопку **ДАЛЕЕ** — калибровка завершена.

Отсоединив кабель от входа прибора, убеждаются, что линия сигнала в логарифмическом масштабе опустилась ниже −80 дБ (**рис. 14**). Если она выше, причина, скорее всего, в недостаточной экранировке блока детектора. Линия графика должна быть чистой без заметных всплесков (в виде коротких остроконечных импульсов). Если это не так, потребуется установить дроссель индуктивностью 100...200 мкГн (рассчитанный на ток не менее 300 мА) в линию питания преобразователя напряжения блока усилителя.

Для измерения АЧХ четырёхполюсника на панели инструментов окна программы выбирают режим ГКЧ. Подключают вход измеряемого устройства к выходному гнезду прибора, а выход — к входному. Для согласования сопротивлений следует использовать соответствующие согласующие устройства, например, на резисторах (в этом случае надо учитывать потери, вносимые цепями согласования). Задают минимальную и максимальную частоты диапазона анализа, при необходимости включают режим задержки (для исследования узкополосных устройств) и (или) усреднение. После нажатия на кнопку ▶ АЧХ исследуемого устройства будет отображена в виде графика в окне программы. Для измерения параметров АЧХ включают режим визира с помощью кнопки на панели инструментов. Перемещая визирную линию с помощью мыши или клавиш клавиатуры ↑, ↓, измеряют относительный уровень сигнала на определённой частоте и различные параметры АЧХ: верхнюю, нижнюю границы полосы пропускания, коэффициент передачи на центральной частоте и т. д. Для примера на **рис. 15** показана АЧХ кварцевого фильтра MQF10.7−1800/1 на частоту 10,7 МГц. Для согласования были применены резисторы, включённые последовательно с входом и выходом фильтра.

Следует иметь в виду, что точность результатов измерения зависит ещё и от шага перестройки ГКЧ и типа шкалы, линейной или логарифмической. Чем шаг меньше, тем точность выше, поэтому точность для линейной выше, чем для логарифмической. Например, для измерения параметров широкополосных фильтров с небольшим коэффициентом прямоугольности и с затуханием до −15 дБ за полосой пропускания рекомендуется использовать линейную шкалу. Для использования прибора в качестве генератора сигналов нажимают на кнопку **ГЕН** (см. рис. 12) на панели инструментов окна программы и в поле **Частота (МГц, кГц, Гц)**, расположенном в правой части окна, устанавливают требуемую частоту.

В процессе работы на вход прибора не следует подавать напряжение выше того, при котором была произведена калибровка (т. е. уровень входного напряжения не должен превышать уровень напряжения на выходе прибора), поскольку это приведёт к значительным погрешностям при измерении АЧХ, а напряжение амплитудой более 5 В может вывести микросхемы детекторов из строя. Поэтому при проверке усилителей на вход прибора следует установить аттенюатор и в расчётах учитывать его коэффициент затухания. Для работы с прибором будет полезен ступенчатый аттенюатор с шагом 1 дБ, имеющий 50-омные вход и выход. Можно применить аттенюатор от измерительного прибора или изготовить его самостоятельно. Подобная конструкция была описана в журнале "Радио" за 1984 г. в № 5 на с. 21 в статье "Ступенчатый аттенюатор" (автор В. Скрыпник).

При подключении специальной приставки, которая в настоящее время разрабатывается, устройство можно будет использовать и в режиме анализатора спектра во всём диапазоне рабочих частот.

***От редакции.** Программное обеспечение для компьютера и микроконтроллера находится на нашем FTP-сервере по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/10/skatprog.zip>.*

Новинки от Tektronix

В новых приборах серии **MDO4000** (**фото 1**) объединены осциллограф и анализатор спектра с комбинированными областями анализа, что позволяет захватывать коррелированные по времени аналоговые, цифровые и радиочастотные (далее РЧ) сигналы по четырём аналоговым, 16 цифровым и одному радиочастотному каналу. Верхняя граница полосы пропускания для радиочастотного входа составляет 6 ГГц, а полоса захвата — более 1 ГГц для всех центральных частот, что в 100 раз шире, чем у типовых анализаторов спектра. Пользователи могут производить точные измерения временных интервалов, чтобы определить время задержки и ожидания между моментами прохождения команды и изменениями в РЧ спектре. Например, просмотр спектра при включении ГУН/ФАПЧ либо измерение переходных характеристик при скачкообразной перестройке частоты РЧ сигнала теперь является достаточно простой задачей. Определение источника нерегулярных, аппаратно-зависимых электромагнитных помех стало достаточно простым делом благодаря способности MDO4000 обеспечить полное исследование системы с временной корреляцией в обеих областях.

Перемещением во временной области захвата с помощью уникальной запатентованной технологии **Spectrum Time** конструкторы могут увидеть РЧ спектр в любой точке захвата и одновременно наблюдать аналоговые, цифровые и/или декодированные сигналы шин в тот же момент времени.

Аналогичным образом РЧ осциллограммы используются, чтобы показать, как изменяются во времени амплитуда, частота или фаза входного РЧ сигнала. Это упрощает измерение переходных характеристик при скачкообразной перестройке частоты, времени установления и временных соотношений между сигналами РЧ тракта и сигналами других компонентов системы. Осциллограммы РЧ сигнала отображаются в том же окне, что и аналоговые и цифровые сигналы последовательных/параллельных шин, обеспечивая наглядное представление работы устройства.

Возможность настройки системы запуска в соответствии с пожеланиями пользователя, независимо от того, какие сигналы рассматриваются — аналоговые, цифровые, РЧ или какие-либо их сочетания, — представляет собой ещё одну особенность, впервые в отрасли реализованную в серии MDO4000.

Такой прибор особенно эффективен при отладке модулей беспроводной связи распространённых стандартов с частотами до 6 ГГц (WLAN, Bluetooth, Zigbee), когда нужно измерить задержки между управляющими сигналами цифровых шин или командами, передаваемыми по последовательным шинам, и изменением РЧ сигнала. Корреляция с сигналами во временной области позволяет выявлять основные источники шума и помех, быстро обнаруживать и регистрировать аномалии или определённые события в записанном сигнале, производить анализ его характеристик и воздействие на работу устройства в целом.



Фото 1

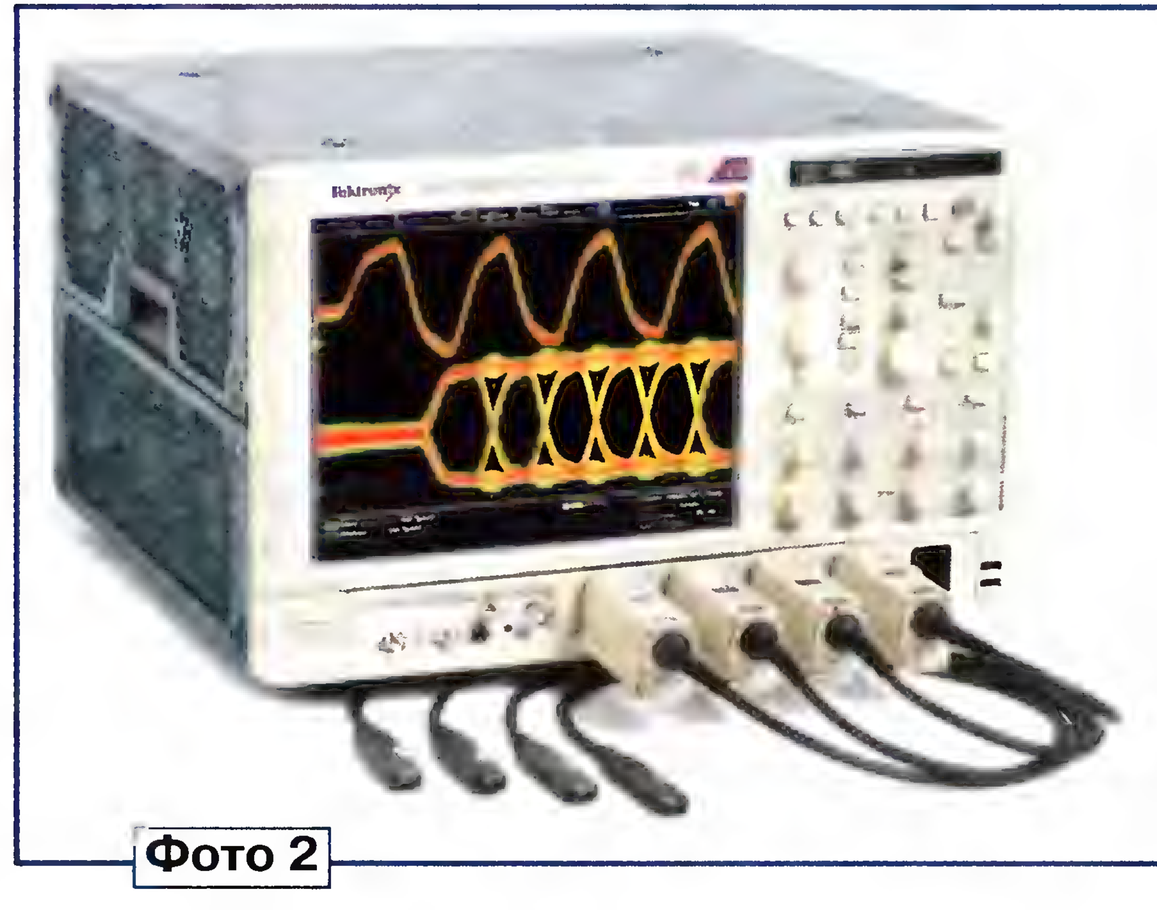


Фото 2

Четыре новые модели осциллографов серии DPO/DSA70000D (**фото 2**) позволяют проводить анализ оптической модуляции и проверку на соответствие параллельно-последовательных преобразователей для самых высокоскоростных интерфейсов, обеспечивая самую высокую в отрасли точность измерений.

В новых осциллографах с рекордными характеристиками Tektronix продолжает подтверждать своё лидерство в отрасли, достигнув значения частоты дискретизации в режиме реального времени 100 Гвыб/с для двух каналов и 50 Гвыб/с для четырёх каналов при полосе пропускания в обоих случаях 33 ГГц. Это позволило осциллографам серии DPO/DSA73304D стать самыми быстрыми и точными из представленных на рынке. Таких непревзойдённых характеристик удалось достигнуть благодаря использованию новых предусилителей на основе SiGe-технологии, обладающих полосой пропускания 33 ГГц, и устройств выборки и хранения (track & hold), разработанных Tektronix.

Впервые достигнута полоса пропускания 33 ГГц в четырёх каналах с частотой дискретизации до десяти теравыборок в эквивалентном масштабе времени, что обеспечивает чёткое отображение сигнала осциллографом реального времени при проектировании и на производстве.

Лучшие в отрасли показатели времени нарастания, позволяющие исследовать сигналы с фронтами менее 20 пс. Это предоставляет возможность разрабатывать новейшие полупроводниковые приборы с помощью самых точных осциллографов.

Входная чувствительность, составляющая 62,5 мВ на весь экран (6,25 мВ/дел.), обеспечивает превосходное отображение сигналов с небольшой амплитудой, применяемых в интерфейсах передачи дифференциальных сигналов низкого напряжения (LVDS).

Используются ускоренная передача данных внутри прибора и новая функция оценки определённого участка развёртки сигнала с использованием визуального запуска (Visual Trigger).

Популярный пакет **DPOJET** для анализа временных соотношений и джиттера усовершенствован за счёт возможности выделения джиттера, некоррелированного с потоком данных (BUJ), — особый вид джиттера, возникающий при наличии перекрёстных наводок в сигналах со скоростями передачи, большими чем 10 Гбит/с.

Благодаря новейшей процедуре **DataStore** появилась возможность непосредственно вставлять в приложения осциллографа или встраивать в систему отображения алгоритмы обработки данных, описанные на языке MATLAB® или Microsoft®.NET, без использования ПО сторонних производителей.

Для подачи сигналов на вход осциллографа используется интерфейс TekConnectTM с полосой пропускания 33 ГГц, позволяющий применять 2,92 мм адаптеры Tektronix и высококачественные пробники с различными вариантами измерительных головок для подсоединения к испытуемому устройству (ИУ).

DPO/DSA70000D обеспечивает достаточную точность для проведения анализа совмещённой квадратурной фазовой манипуляции и фазовой модуляции (PM-QPSK) по всем четырём каналам. Приборы серии 70000D могут работать совместно с анализаторами когерентных световых сигналов фирмы Optametra (технологическим партнёром Tektronix) для визуализации и измерения параметров оптических сигналов с модуляцией PM-QPSK или с квадратурной амплитудной модуляцией (QAM16), а также других сигналов со сложными видами модуляции.

Многоканальный блок питания с токовой защитой

В. СТЕПАНОВ, г. Полтава, Украина

Предлагаемый блок предназначен для питания электронных устройств в процессе их налаживания регулируемым в широких пределах стабилизированным напряжением положительной и отрицательной полярности, а также постоянным и переменным нестабилизированным напряжением. В стабилизаторах напряжения предусмотрена защита от чрезмерного тока нагрузки с регулируемым порогом срабатывания. В случае двухполярного питания нагрузки предусмотрена возможность отключения обоих стабилизаторов при перегрузке любого из них.

Блок питания предназначен для использования в радиолюбительской лаборатории с целью обеспечения питания ремонтируемых и налаживаемых устройств. Он не рассчитан на длительное питание аппаратуры в процессе её эксплуатации, поэтому при его разработке не ставилась задача достижения максимального КПД и минимальных габаритов и массы.

Основные технические характеристики

Напряжение питающей сети, В 220
Выходное регулируемое стабилизированное напряжение, В
положительной полярности ....0...15
отрицательной полярности ....0...15
Ток срабатывания защиты стабилизаторов напряжения, А ....0,05...2
Выходное нестабилизированное напряжение (при токе нагрузки 2 А), В ......±9, ±18
Постоянное нестабилизированное напряжение, изолированное от общего провода (при токе нагрузки до 0,05 А), В 200
Переменное двухфазное напряжение, В 8; 16
Переменное напряжение, изолированное от общего провода, В 90
Максимальная потребляемая мощность, Вт 65
Габариты, мм ....210×90×190
Масса, кг 3,8

Предлагаемое устройство состоит из двух частей: блока выпрямителей и блока стабилизаторов. Схема блока выпрямителей показана на **рис. 1**. Напряжение сети поступает через сетевую вилку XP1, выключатель SB1, предохранитель FU1 и фильтр L1C1C2 на первичную обмотку (I) сетевого трансформатора T1. Переменное напряжение его вторичных обмоток (II и III) поступает на выпрямители и выходы блока питания. Напряжение 90 В обмотки II изолировано от общего провода. Оно подано на выпрямитель с удвоением напряжения VD1VD2C3C4 по схеме Латура. Обмотка III состоит из четырёх одинаковых секций по 8 В, соединённых синфазно-последовательно. На двух секциях — переменное двухфазное напряжение 8 В, на четырёх — 16 В. Напряжение 8 В подаётся на выпрямительный мост VD3—VD6 и далее на сглаживающие конденсаторы C9 и C10, на которых образуется двуполярное нестабилизированное напряжение 9 В. Аналогично напряжение 16 В подаётся на выпрямитель VD7—VD10C15C16, вырабатывающий двухполярное нестабилизированное напряжение 18 В. Конденсаторы C5—C8 и C11—C14 шунтируют диоды выпрямительных мостов по высокой частоте и тем самым снижают импульсные помехи, проникающие из питающей сети, а главное, устраняют мультипликативные помехи.

VD1, VD2 Д226Б
VD3–VD10 КД213А
C3, C4 47 мк × 160 В
C5–C8, C11–C14 0,1 мк
C9, C10, C15, C16 4700 мк × 25 В

Рис. 1

Схема блока стабилизаторов показана на **рис. 2**. Горизонтальная линия общего провода делит схему на две части. Выше этой линии расположен стабилизатор напряжения положительной полярности, ниже — отрицательной. Эти схемы аналогичны и почти симметричны. Рассмотрим подробно стабилизатор напряжения положительной полярности. Образцовое напряжение +15 В вырабатывает параметрический стабилизатор R1VD1VD2. Оно поступает на переменный резистор R2, включённый как потенциометр. Перемещением его движка регулируют выходное стабилизированное напряжение. Напряжение с этого движка подаётся на неинвертирующий вход ОУ DA1.2. На инвертирующий вход этого ОУ подано выходное напряжение. Разность этих напряжений усиливается ОУ DA1.2 и через резистор R8 подаётся на базу составного регулирующего транзистора VT2VT3. Микросхема DA1 питается напряжением 18 В. Это необходимо, чтобы напряжение на входах ОУ было меньше напряжения питания.

Если напряжение на выходе стабилизатора, а значит, и на инвертирующем входе ОУ DA1.2 возрастёт по какой-либо причине, напряжение на его выходе уменьшится, что вызовет уменьшение тока базы составного регулирующего транзистора VT2VT3 и снижение выходного напряжения. Если выходное напряжение уменьшится, реакция будет обратной. Поэтому напряжение на выходе стабилизировано.

Когда выходное напряжение стабилизатора невелико, а ток нагрузки близок к максимальному, на транзисторе VT3 рассеивается большая мощность. Для её уменьшения выходное напряжение стабилизатора автоматически снижается.

Автоматический переключатель входного напряжения состоит из ОУ DA1.1, включённого как компаратор, усилителя на транзисторе VT1 и реле K1. На инвертирующий вход ОУ DA1.1 подано образцовое напряжение 6,8 В со стабилитрона VD2. На его неинвертирующий вход — выходное напряжение. Пока выходное напряжение меньше образцового, на выходе DA1.1 напряжение низкого уровня. Транзистор VT1 закрыт, обмотка реле K1 обесточена, через нормально-замкнутые контакты реле на коллекторы транзисторов VT2 и VT3 поступает напряжение питания 9 В. Если напряжение на выходе стабилизатора превысит 6,8 В, компаратор на ОУ DA1.1 переключится, на его выходе появится напряжение высокого уровня. Транзистор VT1 откроется, включит реле K1, контакты которого подадут на коллекторы тран-

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

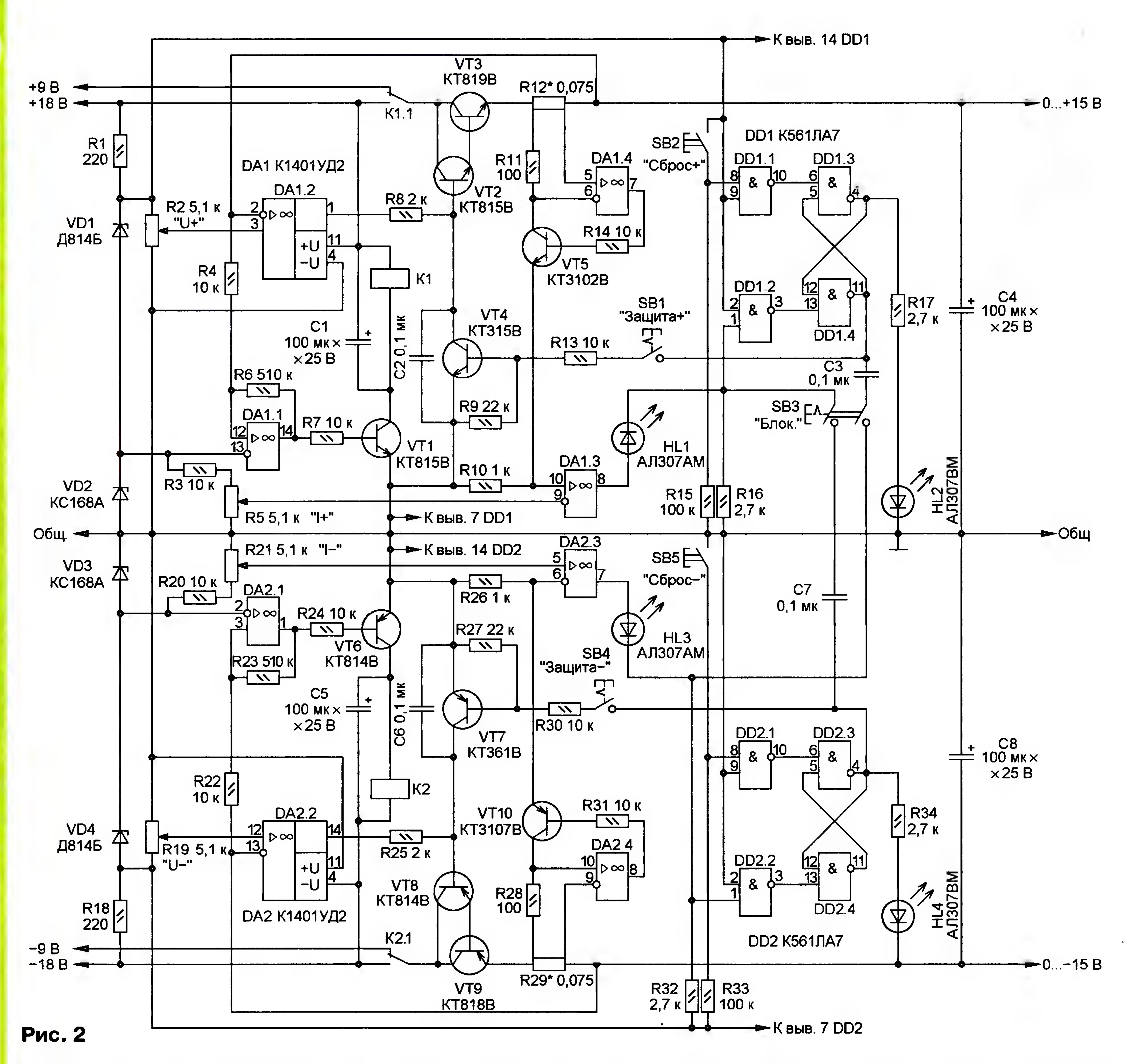


Рис. 2

зисторов VT2 и VT3 напряжение 18 В. Резисторы R4 и R6 создают гистерезис компаратора около 0,1 В. При уменьшении сопротивления резистора R6 ширина зоны гистерезиса увеличивается.

На время переключения контактов реле (около 10 мс) стабилизатор остаётся без напряжения питания, в результате чего компаратор на ОУ DA1.1 переключается в прежнее состояние низкого уровня на выходе. Конденсатор C1 предотвращает многократное переключение реле. Он задерживает отключение реле на время около 60 мс, которое достаточно для установления выходного напряжения стабилизатора после переключения контактов реле. При отключении реле этот конденсатор также обеспечивает плавное уменьшение тока через обмотку реле и тем самым устраняет импульс ЭДС самоиндукции.

Основа устройства автоматического отключения при превышении порога срабатывания токовой защиты — индикатор предельного тока (см. статью И. Нечаева в "Радио", 2002, № 9, с. 23). Его отличает высокая чувствительность и точность установки тока срабатывания. Он чётко реагирует на ток от 0,05 А со стандартным шунтом 75 мВ на 2 А. В него входят ОУ DA1.3 и DA1.4, транзистор VT5, шунт R12, резисторы R10, R11, R14, R16 и светодиод HL1. ОУ DA1.4 и транзистор VT5 — преобразователь тока нагрузки в напряжение на резисторе R10, ОУ DA1.3 использован как компаратор. Ток нагрузки, протекая по шунту R12, создаёт на нём падение напряжения. На выходе ОУ DA1.4 появляется напряжение, открывающее транзистор VT5. Через резистор R11 протекает такой ток, что падения напряжения на резисторах R11 и R12 уравниваются. Этот ток создаёт падение напряжения на резисторе R10. Если оно превысит напряжение на движке переменного резистора R5, на выходе ОУ DA1.3 появится напряжение высокого уровня, которое включит светодиод HL1. Он выполняет две функции: индикацию превышения предельного тока нагрузки и уменьшение напряжения, подаваемого на вывод 1 микросхемы DD1. Это необходимо для предотвращения выхода из строя микросхемы DD1, так как её напряжение питания — 15 В, а микросхемы DA1 — 18 В.

Элементы DD1.3, DD1.4 включены по схеме RS-триггера, которым управляют элементы DD1.1 и DD1.2. В исходном состоянии на выходе DD1.3 высокий уровень, на выходе DD1.4 — низкий. Светодиод HL2 — индикатор нормального режима стабилизатора. Пока на выводах 1 и 8 микросхемы DD1 присутствует низкий уровень напряжения, на её выходах 3 и 10 — высокий. Если ток нагрузки превысит порог срабатывания защиты, установленный переменным резистором R5, на выводе 1 микросхемы DD1 появится высокий уровень, а на её выводе 3 — низкий, который пере-

ключит RS-триггер. На выходе элемента DD1.3 появится высокий уровень, а на выходе DD1.4 — низкий. Светодиод HL2 погаснет. Если контакты кнопки SB1 замкнуты, высокий уровень с выхода элемента DD1.4 откроет транзистор VT4, в результате чего составной регулирующий транзистор VT2VT3 закроется. Напряжение на выходе уменьшится до нуля. Кратковременное отключение защитного устройства кнопкой SB1 иногда бывает нужно при ремонте или налаживании какого-нибудь устройства для того, чтобы определить цепь с малым сопротивлением или место замыкания.

Кнопка SB2 возвращает RS-триггер в исходное состояние после устранения причины перегрузки. При замыкании её контактов на обоих входах элемента DD1.1 устанавливается высокий уровень. Соответственно, на его выходе будет низкий уровень. Триггер переключится, на выходе элемента DD1.3 установится высокий уровень, а на выходе элемента DD1.4 — низкий, который закроет транзистор VT4 и восстановит нормальный режим работы стабилизатора, о чём будет сигнализировать включённый светодиод HL2.

Стабилизатор отрицательного напряжения содержит функциональные узлы аналогичного назначения. В нём установлены транзисторы структуры p-n-p. Питание на ОУ DA2 подано от общего провода и напряжения −18 В, на микросхему DD2 — от общего провода и источника образцового напряжения −15 В со стабилитрона VD4.

Сдвоенный кнопочный выключатель SB3 предназначен для одновременного отключения обоих стабилизаторов при перегрузке одного из них. Это происходит, когда его контакты замкнуты. Например, при перегрузке стабилизатора напряжения положительной полярности срабатывает RS-триггер на элементах DD1.3 и DD1.4 и отключает стабилизатор, как описано выше. Положительный перепад напряжения с выхода элемента DD1.4 через конденсатор C3 и правый по схеме замкнутый контакт SB3 попадёт на вывод 1 микросхемы DD2, что вызовет переключение RS-триггера на элементах DD2.3 и DD2.4, в результате чего стабилизатор напряжения отрицательной полярности также будет отключён. Аналогично при перегрузке и отключении стабилизатора напряжения отрицательной полярности положительный перепад напряжения с выхода элемента DD2.3 через конденсатор C7 и левый по схеме замкнутый контакт SB3 попадёт на вывод 1 микросхемы DD1, что вызовет переключение RS-триггера на элементах DD1.3 и DD1.4 и, соответственно, отключение стабилизатора напряжения положительной полярности.

Конструкция и детали. В блоке выпрямителей (см. рис. 1) применён выключатель питания SB1 ПКН41. Двухобмоточный дроссель L1 — ДФ110ПЦ от сетевого фильтра телевизора ЗУСЦТ. Сетевой трансформатор T1 собран на магнитопроводе М20×60. Магнитопровод этого типа — замкнутый контур с разрезанным средним стержнем. Подробнее он описан в "Радио", 1972, № 5, с. 62. Там же на рис. 7 показан его чертёж. Обмотка I содержит 1100 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,41 мм. Обмотка II — 850 витков того же провода диаметром 0,2 мм. Обмотка III содержит четыре одинаковые секции по 42 витка провода ПЭВ-2 диаметром 1,16 мм. Между первичной и вторичными обмотками проложен экранирующий слой медной фольги толщиной 0,1 мм. Фольга не должна создавать замкнутый виток. Если обмотка II не нужна, можно применить сетевой трансформатор от ламповой аппаратуры с четырьмя накальными обмотками, рассчитанными на ток не менее 2 А, например ТН51.

Конденсаторы C1, C2 (см. рис. 1) — плёночные с номинальным напряжением не менее 630 В. Оксидные конденсаторы C3 и C4 — К50-35; C9, C10, C15, C16 — К50-24; C11—C14 — МБМ. Диоды Д226Б (VD1, VD2) можно заменить на Д226, Д226А, КД105Б. Диоды КД213А (VD3—VD10) выбраны из-за меньшего прямого падения напряжения по сравнению с мощными кремниевыми диодами большинства других серий, рассчитанными на максимально допустимый прямой ток не менее 5 А. Предпочтительный вариант их замены на диоды Шотки — КД269В, КД269Г или любые из серии КД2997.

В блоке стабилизаторов (рис. 2) транзисторы можно заменить другими из той же серии с любым буквенным индексом. Регулирующие транзисторы VT2 и VT3 установлены на теплоотводе площадью 300 см^2. Аналогично установлены транзисторы VT8 и VT9.

Стабилитроны VD1 и VD2 могут быть любыми маломощными с суммарным напряжением стабилизации 15 В, при этом напряжение стабилизации VD2 должно находится в пределах 6,5...6,8 В. Аналогично подбирают стабилитроны VD3 и VD4.

Шунты R12 и R29 — самодельные из высокоомного провода от шунта на ток 2,5 А от прибора Ц4342. Можно применить константановый или манганиновый провод. Длина отрезка провода подобрана такой, чтобы при токе 2 А на нём было падение напряжения 75 мВ. Постоянные резисторы — МЛТ. Переменные резисторы R2, R5, R19, R21 — импортные (возможна замена — СП-1) с линейной функциональной характеристикой (А). Перед установкой необходимо проверить исправность подвижной контактной системы каждого из них. Для этого переменный резистор подключают как потенциометр к источнику постоянного напряжения 5...10 В и контролируют вольтметром напряжение на движке относительно любого из выводов. Изменения регулируемого напряжения должны быть плавными без скачков и провалов. Эти переменные резисторы снабжены шкалами, которые наносят на панель блока до сборки.

Оксидные конденсаторы К50-6 (C1, C4, C5, C8 — рис. 2) можно заменить на К50-35. Остальные конденсаторы — плёночные или керамические с номинальным напряжением не менее 50 В.

Кнопки с самовозвратом SB2 и SB5 — импортные малогабаритные. Остальные кнопки с фиксацией — П2К. Реле K1 и K2 — РЭС48А, исполнение РС4.590.203. Микросхему К1401УД2 (DA1, DA2) можно заменить импортным аналогом LM324N.

Налаживание. Смонтированные блоки проверяют на соответствие принципиальным схемам. Вначале включают блок выпрямителей без блока стабилизаторов. Измеряют напряжение на всех выходах. После этого отключают блок от сети, подключают блок стабилизаторов и снова включают питание. Контакты кнопки SB3 устанавливают в разомкнутое состояние. Далее проверяют плавность регулирования выходного напряжения и чёткость срабатывания автоматических переключателей входного напряжения.

Если выходное напряжение каждого стабилизатора плавно регулируется и реле K1 и K2 переключаются при выходном напряжении 6,5...6,8 В, переходят к налаживанию устройства автоматического отключения. К выходу стабилизатора подключают реостат, устанавливают через него ток 2 А, подбирают сопротивление шунтов R12 и R29 так, чтобы при токе 2 А падение напряжения на каждом из них было 75 мВ. Включают защиту, устанавливают движок переменного резистора R5 в верхнее по схеме положение, а R21 — в нижнее. Эти положения соответствуют максимальному порогу срабатывания токовой защиты. После этого подбирают резисторы R3 и R20 так, чтобы ток нагрузки 2 А вызывал отключение стабилизаторов. В промежуточных положениях движков переменных резисторов R5 и R21 ток срабатывания защиты будет пропорционален углу их поворота. Наконец, замыкают контакты кнопки SB3 и проверяют синхронность отключения обоих стабилизаторов при перегрузке одного из них.

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Сканер "MUSTEK BearPaw 4800TA Pro" — ремонт и эксплуатация

Ю. ДАРНИЧЕНКО, г. Северодонецк, Украина

Автор делится опытом восстановления работоспособности и обновления программного обеспечения сканера указанного в заголовке статьи типа. Поскольку конструкции таких устройств имеют много общего, эта статья может помочь и владельцам других типов сканеров.

Многим знакомо ощущение растерянности, когда относительно новый прибор отказывается работать, а гарантийный ремонт невозможен. Так было со мной, когда примерно через неделю после покупки сканера "MUSTEK BearPaw 4800TA Pro" мой компьютер перестал его "видеть", хотя на включение питания сканер реагировал. Начались поиски причины. Выполняли перезагрузку компьютера, интерфейсный кабель сканера подключали к различным USB-разъёмам компьютера, в том числе "по-горячему", проверяли надёжность контактов разъёма питания сканера. В конце концов, он затих и окончательно перестал подавать признаки жизни.

Соединительный USB-кабель был из комплекта поставки и не вызывал сомнений в годности. И при его "прозвонке" все оказалось в порядке. Появилось подозрение, что от "горячих" подключений мог выгореть USB-порт сканера (другие устройства при подключении к тому же USB-разъёму компьютера работали). С этим я и обратился в сервисный центр. Но там назвали стоимость ремонта в полцены сканера, причём без гарантии успеха. Стало ясно, что решать проблему придётся самостоятельно.

Изучение спецификации USB показало, что "горячее" подключение для этой шины совершенно безопасно. Позже было обнаружено, что корпус сканера совсем не нагревается в месте, где в нём расположена печатная плата, хотя раньше лёгкий нагрев наблюдался. Появилось подозрение, что неисправны цепи питания.

В результате вскрытия сканера и осмотра его платы было выяснено, что за питание отвечает микросхема N2576SA-ADJ в корпусе TO-263. На ней выполнен импульсный стабилизатор напряжения 5 В. Данные этой микросхемы были найдены в [1]. Проверка подтвердила, что на её выходе напряжение отсутствует. Приобрести такую микросхему оказалось сложно и дорого, но у неё нашёлся полный аналог LM2576S-ADJ [2], заметно дешевле и доступнее.

Причина выхода стабилизатора из строя оказалась весьма прозаической. Максимально допустимое входное напряжение у микросхемы N2576S — 40 В, а разность потенциалов между цепями общего провода двух устройств (соединённого с компьютером сканера и его сетевого блока питания) достигает при измерении разными приборами 80...120 В. Что и привело к выходу из строя микросхемы при подключении блока питания к сканеру.

Кстати, нечто подобное происходит при попытках "горячего" соединения входа/выхода видео- или аудиокарты компьютера с включённым в сеть телевизором, музыкальным центром, активным громкоговорителем и другими устройствами, даже находящимися в дежурном режиме. Все они имеют в цепях сетевого питания помехоподавляющие фильтры, конденсаторы которых соединены и с сетью, и с общим проводом. Чтобы избежать повреждений, соединяемые приборы должны быть предварительно заземлены либо их сетевые вилки вынуты из розеток.

Начиная ремонт, следует расположить сканер так, чтобы панель с кнопками управления находилась справа, а размещённые на его задней стенке разъёмы — слева. Отсоедините кабель, идущий к расположенной в крышке сканера лампе. Поднимите крышку, отвинтите два винта на верхней панели, находящиеся возле места крепления крышки, сдвиньте верхнюю панель вправо, в сторону панели кнопок управления, до упора и поднимите её.

Для уточнения причины поломки нужно включить сканер (естественно, через его блок питания) в сеть. При этом интерфейсный (USB) кабель должен быть отсоединён. Измерьте напряжение на выводах микросхемы N2576S (позиция А на **фото**) относительно общего провода (вывода 3 микросхемы или её теплоотвода).

На выводе 1 должно быть напряжение +12 В, поступающее от выносного блока питания. Вывод 2 — выход стабилизатора (+5 В). Вывод 5 (ON/OFF) соединён с общим проводом, а на вывод 4 подаётся напряжение обратной связи. Если напряжение на нём около 1,5 В, а на выводе 2 оно нулевое, это указывает на неисправность микросхемы стабилизатора.

Для замены микросхемы N2576S необходимо, предварительно отключив сканер от сети, вывинтить единственный винт И, крепящий плату. Затем отключите от разъёма провода Б, идущие к двигателю, перемещающему каретку. После чего осторожно отогните защёлку Д, приподнимите плату за правый край и потяните её от себя. Плата выйдет из фиксаторов. Осторожно, не прилагая чрезмерных усилий, слегка покачивая, отсоедините от платы плоские кабели Е и Ж, идущие к считывающей головке сканера.

Демонтаж микросхемы стабилизатора осложнён тем, что её нижняя поверхность приклеена к плате, а фланец для крепления к теплоотводу в двух точках припаян к печатному проводнику. Прежде всего, паяльником мощностью не более 25 Вт в течение приблизительно 10 с прогрейте корпус микросхемы, прижимая жало паяльника к её теплоотводу. Затем приставьте лезвие скальпеля к стыку платы и корпуса микросхемы со стороны её выводов и надавите на него в направлении внешних разъёмов, продолжая прогревание. Когда припой и клей размягчатся настолько, что корпус микросхемы начнёт отделяться от платы, не прекращая нагревать микросхему, постепенно проталкивайте лезвие скальпеля между её корпусом и платой до полного их разделения.

Дав микросхеме 2...3 мин на остывание, можно приступать к отпайке её выводов. Хотя плата сканера многослойная, в том месте, где к ней припаяна теплоотводящая пластина микросхемы, скрытых печатных проводников нет, длительное нагревание не приведёт к их порче. Но возле контактных площадок, к которым припаяны выводы микросхемы, много металлизированных отверстий — межслойных переходов. Поэтому выводы нужно отпаивать поочерёдно, осторожно приподнимая каждый из них над платой скальпелем или иглой после предварительного прогрева паяльником. В крайнем случае вместо скальпеля можно использовать лезвие безопасной бритвы, лучше с тефлоновым покрытием, разломив его вдоль и надев на сторону, обращённую к руке, изоляционную трубку.

После демонтажа микросхемы зачистите место её установки очень мелкой наждачной бумагой (для удаления остатков клея) и протрите его спиртом. Снимите паяльником излишки припоя с контактных площадок. Затем нанесите на обращённую к печатной плате сторону новой микросхемы теплопроводящую пасту (КТМ-8 или ей подобную) и положите микросхему на плату, точно поставив её выводы на контактные площадки. Плотно прижав микросхему к плате, двумя каплями припоя зафиксируйте её теплоотводящую пластину на фольговой площадке-теплоотводе. Лишь после этого припаивайте к контактным площадкам выводы, прижимая их иглой и прогревая паяльником. При пайке желательно применять активированный бескислотный водосмываемый флюс F-5 или ему подобный. Обязательна тщательная промывка платы после пайки.

Микросхему LM2576 выпускают в модификациях LM2576T и LM2576HV, причём у последней допустимое входное напряжение выше и достигает 60 В. Обе модификации — в корпусе TO-220. Перед установкой такой микросхемы на плату сканера обрежьте её фланец, предназначенный для крепления к теплоотводу, оставив лишь выступающую примерно на 1,5 мм часть и сняв напильником фаски по её углам. Фаски следует залудить. Затем изогните выводы микросхемы так же, как у демонтированной микросхемы в корпусе TO-263. Аккуратно отрезав кусачками лишнее,

залудите выводы. Без такой доработки микросхема просто не уместится на отведённом ей на плате месте.

При сборке сканера к его плате сначала подключают кабели Е и Ж от каретки. Их нужно вставлять в разъёмы осторожно, избегая резких перегибов, которые могут привести к обрыву проводников во время эксплуатации. К концам плоских кабелей снизу приклеены жёсткие пластины из изоляционного материала, не дающие проводникам деформироваться при установке в разъём. Держась за эту пластину, конец кабеля нужно вставить в щель разъёма и, слегка покачивая, вдавить вглубь. Потом нажать на край пластины, чтобы кабель вошёл в разъём до упора.

Теперь необходимо уложить плату на предназначенное для неё место. В её левом верхнем углу имеется установочное отверстие В, куда входит выступ корпуса сканера. Вставив край платы под выступ на корпусе, следует слегка отогнуть защёлку Д и, нажав на край платы сверху возле защёлки, зафиксировать её. Подключив провода Б, идущие к двигателю привода каретки, их продевают в предназначенный для этого фиксатор Г, расположенный рядом с защёлкой Д. Остаётся закрепить плату винтом И.

Перед установкой верхней панели желательно имеющееся в ней стекло протереть средством для мытья окон. Затем удалить остатки моющего средства, протерев стекло чистой тканью, слегка смоченной дистиллированной (кипячёной) водой. После этого протереть чистой сухой тканью. Таким образом обрабатывают обе стороны стекла. Это позволяет избавиться от мелких дефектов на изображении, особенно неприятных при сканировании плёночных оригиналов.

Верхнюю панель кладут на сканер со сдвигом примерно на 1 см вправо. Выступы, имеющиеся справа на нижней стороне панели, должны попасть внутрь корпуса сканера. После того как панель будет сдвинута влево, она должна встать на своё место, останется только закрепить её двумя винтами.

Если не приходится часто сканировать слайды и фотонегативы, кабель, идущий к лампе в крышке сканера, желательно отключить от разъёма и закрепить на крышке липкой лентой. Иначе этот кабель, сильно изгибаясь при каждом поднятии крышки, очень скоро сломается.

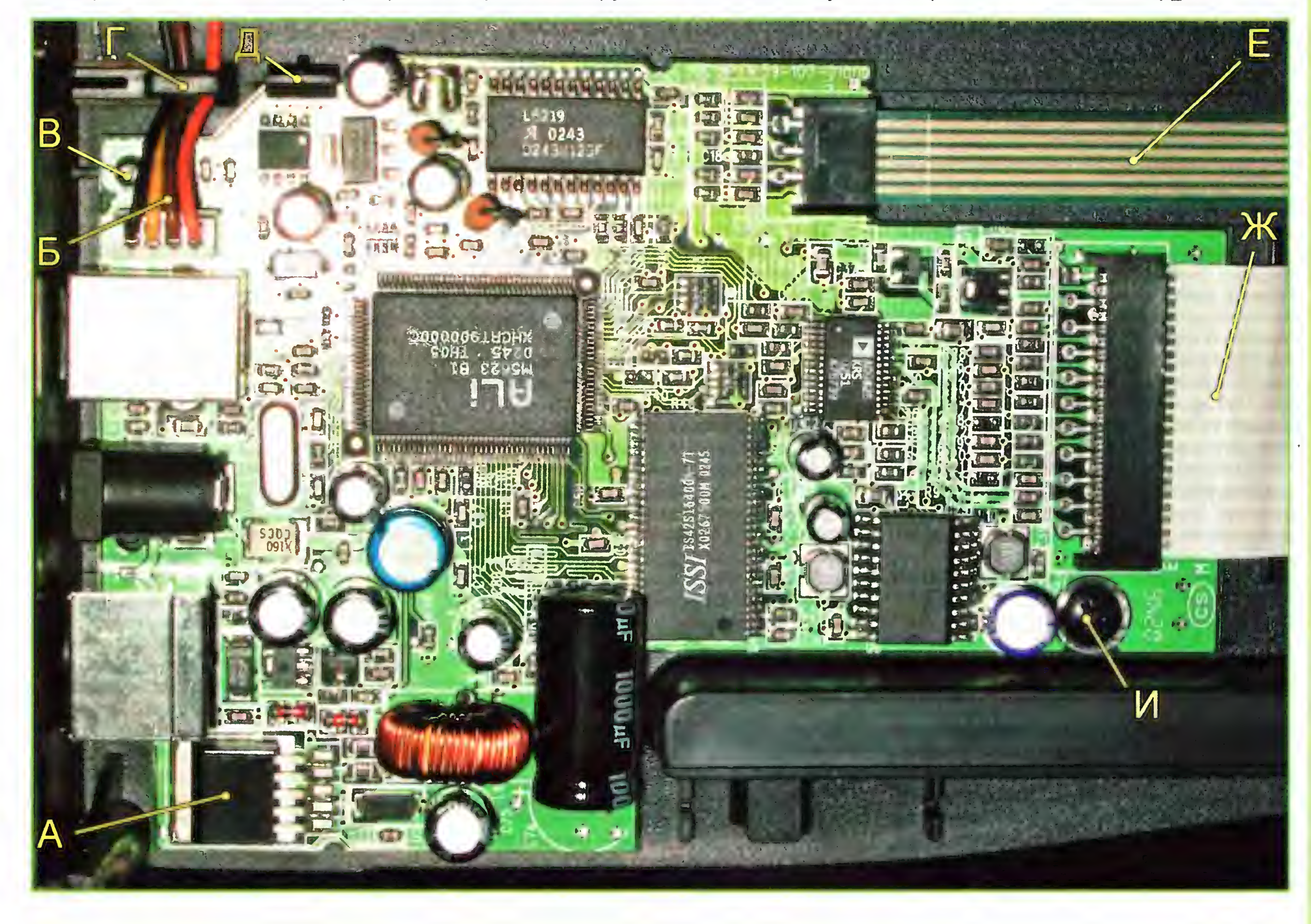
Когда отремонтированный сканер был подключён к компьютеру, ничего не произошло, операционная система его не обнаружила. Лишь после того, как "фирменный" толстый USB-кабель был заменён тонким, без ферритового фильтра, система сканер "увидела", но он всё равно не заработал. Только после удаления старого программного обеспечения сканера и установки нового стало работать всё. Даже панель управления, расположенная на сканере, чего раньше не наблюдалось.

Вообще о программном обеспечении, входящем в комплект поставки сканера, очень трудно сказать что-нибудь хорошее. Судя по отзывам в Интернете, у всех возникают одни и те же проблемы. Система постоянно сообщает о сбоях и отказывается работать со сканером.

Поставляемое со сканером "MUSTEK 4800TA PRO" программное обеспечение работоспособно (судя по отзывам в Интернете) только под управлением Windows с пакетом обновлений SP1. Если установлен пакет SP2 и выше, постоянно происходят сбои и возникает необходимость в обновлении драйверов.

Как правило, поисковые системы предлагают найти драйверы по адресу **http://www.mustek.com.tw/Support** — на странице поддержки выпущенной продукции официального сайта фирмы Mustek на Тайване. Этот же сайт упоминается в прилагаемой к сканеру инструкции. Там действительно имеется много драйверов для разных операционных систем, но все они давно устарели (последние обновления — 2002 г. и 2005 г.) и работают очень плохо.

Но есть ещё страница **http://www.mustek.de/treiber-software** на немецком официальном сайте той же фирмы. Найденные на ней драйверы датированы 17 июня 2010 г. и вполне работоспособны. На этой странице нужно открыть раздел "SUPPORTS", а в нём выбрать строку "Scanner Driver". Откроется следующее окно, в котором будут перечислены модели сканеров "Mustek". Выберите в нём нужную модель, в данном случае 4800TA Pro. Появится окно, позволяющее загрузить драйверы — файлы xpdriver.exe, web.exe и up_lib.exe.



тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Обновление программного обеспечения выполняют при подключённом к компьютеру сканере. Чтобы избежать очередной поломки, соединяйте их только при вынутых из розеток сети 220 В вилках кабелей питания. Перед установкой нового необходимо деинсталлировать старое программное обеспечение, стереть все файлы, в имени которых есть twain (найти их легко с помощью системы поиска), и очистить папку windows/twain32. В этом может хорошо помочь программа Cleanse Uninstaller Pro, она очень тщательно удаляет все файлы, связанные с удаляемой программой. Существует и множество аналогичных бесплатных программ, их легко найти в Интернете. После удаления старого программного обеспечения нужно обязательно перезагрузить систему.

При установке полученных драйверов следует придерживаться инструкции [3]. Она написана на английском языке. Нужно учитывать, что устанавливаемое программное обеспечение совершенно не воспринимает кириллицу. Это подтверждается тем, что, по сообщениям в Интернете, проблемы с установкой возникают только у тех, кто живёт в странах, пользующихся кириллицей. Поэтому устанавливаемые файлы следует располагать только в папках, весь путь к которым не содержит кириллических букв. Например, программа установки не запустится, если содержащая её папка находится на "Рабочем столе" или в папке "Мои документы". Лучше всего расположить её в корневой директории диска C.

После удаления старого программного обеспечения операционная система обнаружит подключённое к компьютеру новое устройство (сканер) и откроет окно "Мастер установки нового оборудования" с предложением установить драйвер. Если "Мастер" не запустится автоматически, нужно сделать это принудительно. Из предложенных в его окне вариантов следует выбрать "Нет, не в этот раз" и на этом пока остановиться.

Следуя инструкции по установке, первым нужно запустить, точнее, распаковать файл xpdriver.exe — после двойного щелчка мышью по его значку нажать в появившемся окне на экранную кнопку Unzip. По умолчанию распаковка выполняется в папку C:\WINDOWS\Temp. Эту папку необходимо предварительно очистить от временных файлов, сохранившихся от других операций.

Затем, нажав в окне "Мастера установки нового оборудования" на экранную кнопку "Далее", продолжите установку. В открывшемся окне выберите "Установку из указанного места", в следующем окне отметьте графу "Включить следующее место поиска", укажите путь C:\WINDOWS\Temp и нажмите на экранную кнопку "Далее". В окне, открывшемся по окончании установки драйвера, нажмите на экранную кнопку "Готово". В окне "Мой компьютер" появится ярлык устройства "BearPaw 4800TA Pro WIA Scanner".

Если описанным способом установить драйвер не удалось, попробуйте другой. После запуска "Мастера установки нового оборудования" ответьте утвердительно на его вопрос "Подключено ли устанавливаемое оборудование?" и нажмите на экранную кнопку "Далее". В следующих поочередно открывающихся окнах выбирайте "Добавление нового устройства", "Установка из указанного места" и укажите путь к драйверу C:\WINDOWS\Temp, нажимая на кнопку "Далее" после каждой из перечисленных операций.

Если "Мастер установки нового оборудования" откажется устанавливать драйвер (не появится окно с предложением указать путь к нему), а такое случается, придётся вызвать "Диспетчер устройств". Для этого следует пройти по пути "Пуск→Панель управления→Система→Оборудование→Диспетчер устройств". При отсутствии в списке установленного оборудования сканера нажмите в верхней части окна "Диспетчера устройств" кнопку "Действие" и выберите "Обновить конфигурацию оборудования". После этого сканер должен появиться в списке под названием "Bear Paw 4800TA Pro WIA Scanner". Щёлкните по его значку правой кнопкой мыши и выберите "Обновить драйвер".

В открывшемся окне "Мастера обновления оборудования" нужно выполнить описанные ранее действия, начиная с ответа "Нет, не в этот раз" и до окончания установки драйвера, когда система предложит выполнить перезагрузку. До неё можно установить программу web.exe, а потом — up_lib.exe. Впрочем, это можно сделать и после перезагрузки.

После установки драйвера xpdriver.exe со сканером можно работать с помощью "Мастера работы со сканнером" и других программ. Если есть необходимость пользоваться панелью TWAIN, то, открыв папку C:\Program Files\BearPaw4800TA Pro\Driver, нужно найти в ней файл ui.exe, создать и поместить на "Рабочий стол" ярлык этой программы.

С помощью таких программ, как ACDSee, IrfanView, XnView, сканером можно пользоваться, не устанавливая его драйверы.

Было замечено, что на стабильность работы сканера оказывают сильное влияние различные видеоредакторы, установленные в системе. Однако причиной регулярных сбоев может оказаться не программное обеспечение, а высохшая смазка направляющих каретки сканера. Смазать их можно веретённым маслом. Но лучше использовать специальное масло, предназначенное для смазки принтеров и прецизионных станков с ЧПУ.

Причиной низкого качества отсканированных изображений может стать загрязнение белой полоски на нижней стороне верхней панели сканера, расположенной около панели управления и служащей для калибровки сканера. Необходимо протирать её чистой салфеткой из безворсовой ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. N2576S — 52 KHz 3A Step-Down Switching Voltage Regulator (SVR). — <**http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/206839/ETC2/N2576S.html**>.

2. LM2576/LM2576HV Series SIMPLE SWITCHER 3A Step-Down Voltage Regulator. — <**http://www.national.com/ds/LM/LM2576.pdf**>.

3. Windows XP Logo Installation Instructions (For Web driver). — <**http://www.mustek.com.tw/Download/html/install_xp_eng.html**>.

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2011

Разработка микроконтроллерных USB-устройств в среде BASCOM

П. ВЫСОЧАНСКИЙ, г. Рыбница, Приднестровье, Молдавия

Читателям предлагается созданный автором статьи программный драйвер USB, позволяющий подключать к этой шине микроконтроллерные устройства, создавая программы для них в среде разработки BASCOM для AVR. Приведён пример такого устройства, которое при установке в нём датчика температуры и небольшой модификации программы превращается из чисто демонстрационного в USB-термометр, показания которого выводятся на экран компьютера.

Спецификацией USB (Universal Serial Bus — универсальная последовательная шина) определено, что среди одновременно подключённых к ней устройств только одно может быть ведущим, в роли которого чаще всего выступает компьютер, а все остальные — ведомые им периферийные устройства. Обмен информацией производится только по инициативе ведущего. Периферийные устройства не могут его начинать сами.

Электрические сигналы, несущие информацию, передаются по паре проводов D– и D+, образующим двунаправленную двухпроводную линию связи. Используется дифференциальный способ передачи — сигналы в проводах одинаковы по форме, но взаимно инверсны. Приёмник воспринимает их разность, а не уровень напряжения относительно общего провода. Логической единицей считается напряжение на входе D+, на 200 мВ большее, чем на входе D–. Логическому нулю соответствует обратная ситуация — напряжение на D+ на 200 мВ меньше, чем на D–.

Кроме информационных дифференциальных, по цепям D+ и D– передают и управляющие синфазные сигналы. Здесь логической единицей считается напряжение выше 2,8, но не более 3,6 В, а нулём — ниже 0,3 В относительно общего провода.

Информация кодируется по принципу NRZI (Non Return to Zero, Inverted — без возврата к нулю с инверсией). Чтобы предотвратить длительное отсутствие перепадов уровня в передаваемом сигнале, применяется "битстаффинг" — в длинные последовательности разрядов одного логического значения с известным периодом вставляются разряды противоположного значения, автоматически исключаемые из потока на приёмной стороне.

Каждый сеанс связи (транзакция) состоит из пересылок между ведущим и ведомым устройствами нескольких пакетов данных. В них кроме полезной информации содержится и служебная: тип пакета, семиразрядный адрес устройства, номер конечной точки, контрольный код (CRC) и другие необходимые для правильного обмена информацией сведения.

Предусмотрено несколько типов транзакций. Управляющие используются ведущим для настройки ведомого при его подключении, а также для управления им и получения сведений о его состоянии в процессе работы.

Передачи массивов байтов применяют, когда требуется гарантированная доставка информации адресату, но её время не оговаривается. Например, при работе с принтером или сканером. Обмен по прерываниям используют для пересылки единичных пакетов информации небольшого объёма за ограниченные промежутки времени. Так работают с компьютерной мышью или клавиатурой.

Изохронные передачи ведут, когда необходим обмен информацией в реальном времени, например, при пересылке аудио- или видеоинформации. Однако её доставка в этом случае не гарантирована!

Обработка информации в USB-устройствах (как ведущем, так и ведомых) ведётся на нескольких уровнях. Самый нижний — уровень шины USB. На нём происходит взаимодействие устройств по аппаратному интерфейсу USB, передача и приём пакетов информации.

Средним считается уровень логического USB-устройства. В каждом из них организованы конечные точки (endpoints) — логические источники и приёмники информации, циркулирующей между ведущим и ведомыми.

И наконец, самый верхний уровень — функциональный. Он связан с программой пользователя, производящей обмен информацией, используя конечные точки как каналы связи.

Конечная точка представляет собой выделенную в памяти устройства буферную область, имеющую свой уникальный номер. В каждом устройстве обязательно предусматривают управляющую двунаправленную конечную точку с нулевым номером. Её используют для настройки устройства и определения его текущего статуса. Число дополнительных конечных точек зависит от типа устройства и его конфигурации. Низкоскоростные USB-устройства могут иметь не более двух дополнительных конечных точек, а высокоскоростные — до 15 входных и столько же выходных.

Когда ведущий шины фиксирует подключение к ней нового устройства, он, обратившись к нему по адресу 0, назначает ему уникальный адрес в интервале 1—127. В дальнейшем (до отключения от шины) устройство будет отзываться только на него. Затем ведущий посылает запрос GET_DESCRIPTOR и определяет тип и конфигурацию нового устройства.

Когда получена вся требуемая информация, по идентификаторам Product ID и Release Number производится поиск предназначенного для данного устройства программного драйвера. В случае отсутствия у ведущего INF-файла с описанием именно этих идентификаторов, подбор драйвера производится согласно классу, подклассу и типу устройства. После успешной установки драйвера происходит настройка устройства, конфигурация имеющихся у него дополнительных конечных точек. После этого устройство готово к работе.

Даже из краткого описания принципов работы USB ясно, что организация взаимодействия периферийных устройств с компьютером по этой шине значительно сложнее, чем через традиционные, но уходящие в историю компьютерные порты LPT и COM. Для реализации всех возможностей USB требуются специализированные микросхемы или микроконтроллеры с встроенным модулем USB, реализующим протоколы USB нижнего и частично среднего уровней. К сожалению, такие микросхемы и микроконтроллеры далеко не дёшевы, многие из них приобрести не просто.

Но когда не требуется большая скорость обмена информацией, то организовать его по USB удаётся программным способом с помощью обычных широко распространённых микроконтроллеров достаточно большой производительности. Например, многие восьмиразрядные микроконтроллеры семейств ATtiny и ATmega, работая на пределе своих возможностей, позволяют реализовать предусмотренный спецификацией USB низкоскоростной обмен информацией (не более 1,5 Мбайт/с). К сожалению, эти микроконтроллеры не обладают достаточными ресурсами для программной реализации высоко- и полноскоростных устройств.

На страницах журнала уже публиковались описания приборов на таких микроконтроллерах, использующих программный USB-драйвер на языке С [1, 2]. Теперь речь пойдёт об аналогичном драйвере, предназначенном для среды BASCOM-AVR. Часть программы, отвечающая за работу с шиной USB и декодирование информации в режиме реального времени, написана на языке ассемблера и оформлена в виде библиотеки (файла Swusb.lbx). Этот файл следует скопировать в папку LIB установленной программы BASCOM. Остальные части драйвера написаны на языке BASIC и находятся в файлах USB_Config.bas, Const_swusb-includes.bas, USB_Descriptor.bas и USB_Subroutines.bas. Их включают в разрабатываемую программу.

Файл USB_Config.bas отвечает за конфигурацию драйвера. В самом начале записанной в нём программы подключается библиотека Swusb.lbx и декларируются подпрограммы. Далее выбирается порт микроконтроллера, к

РАДИО® • МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА • тел. 608-28-38 • Приём статей: mail@radio.ru • Вопросы: consult@radio.ru • РАДИО № 10, 2011

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

которому будут подключены информационные линии USB. В константах _usb_dplus и _usb_dminus должны быть указаны разряды порта, соединённые с контактами D+ и D– разъёма USB. Учтите, для сигнала D+ должен быть выбран вывод микроконтроллера, принимающий внешние запросы прерывания INT0.

Значение константы _usb_use_eeprom определяет, где будут храниться дескрипторы USB-устройства. Если оно равно 1, дескрипторы помещаются в EEPROM микроконтроллера. При любом другом значении они хранятся во FLASH-памяти вместе с программой. Использовать EEPROM имеет смысл только при недостаточности свободного места в программной памяти.

точек задают значениями констант _usb_endp2addr и _usb_endp3addr. Если какая-либо из них для разрабатываемой программы не требуется, соответствующую константу можно "закомментировать" — поставить в начале описывающей её строки символ ' (апостроф). Это освободит немного памяти микроконтроллера, поскольку для неиспользуемой конечной точки не будут выделяться буферы, а из программы будут исключены описывающие её дескрипторы.

Значения констант _usb_endp2direction и _usb_endp3direction определяют, будут ли точки использоваться для передачи информации в компьютер (1) или приёма из него (0). Режим работы точек задаётся константами _usb_endp2type и _usb_endp3type. При обмене информацией по прерываниям их значения должны быть равны 3.

USB HID устройство. Далее описываются дополнительные конечные точки типов Input и Output. Параметр Report_size определяет длину пакета в битах, а Report_count — число пакетов. Указанные в таблице значения этих параметров таковы, что за одну посылку можно принять или передать только один байт.

Строковые дескрипторы, описывающие изготовителя, продукт и серийный номер устройства, имеют метки _usb_mandescriptor, _usb_proddescriptor и _usb_numdescriptor соответственно. Первые два байта дескриптора — его длина в байтах. За ними следует константа _usb_desc_string, означающая, что это строковый дескриптор, а после неё — символы текста в кодировке Unicode.

Таблица 1

```
' Дескриптор сообщения, описывающий HID устройство.
_usb_hid_reportdescriptor:
Data Size_hid_reportdescriptor 'Размер дескриптора.
' Тип устройства.
Data &H06, &H00, &HFF   'Usage_page(vendor Defined Page 1)
Data &H09, &H01         'Usage(vendor Usage 1)
Data &HA1, &H02         'Collection(logical)
' Описание конечной точки типа Input
Data &H09, &H01         'Usage(pointer)
Data &H15, &H00         'Logical_minimum(0)
Data &H25, &HFF         'Logical_maximum(255)
Data &H75, &H08         'Report_size(8)
Data &H95, &H01         'Report_count(1)
Data &H81, &H02         'Input(data , Var , Abs)
' Описание конечной точки типа Output
Data &H09, &H01         'Usage(pointer)
Data &H15, &H00         'Logical_minimum(0)
Data &H26, &HFF, 0      'Logical_maximum(255)
Data &H75, &H08         'Report_size(8)
Data &H95, &H01         'Report_count(1)
Data &H91, &H02         'Output(data , Var , Abs)
Data &HC0               'End_collection
```

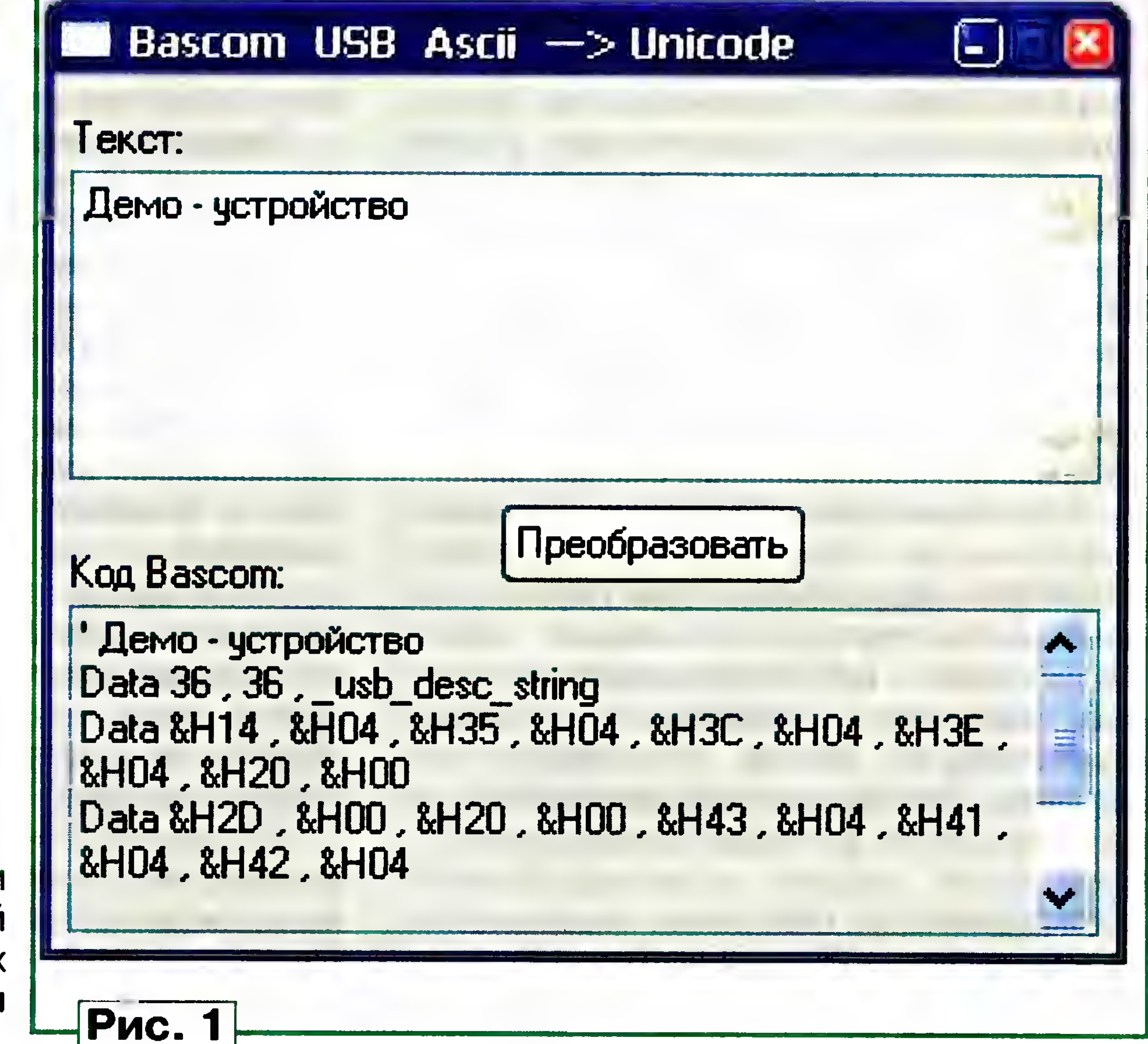


Рис. 1

Константами _usb_pid и _usb_vid задают значения PID и VID, идентифицирующие устройство в системе. Одновременно подключать к компьютеру несколько устройств с одинаковыми PID и VID нельзя. Это вызовет конфликты между ними и приведёт к их неправильной работе.

Режим питания периферийного устройства задан константой _usb_powered. Если оно имеет собственный источник питания, эта константа должна иметь значение 0C0H. Если же устройство питается от шины USB, эта константа равна 80H. В последнем случае константой _usb_maxpower можно указать ток, потребляемый устройством. Ей присваивают значение, вдвое меньшее максимального значения тока в миллиамперах. Например, при _usb_maxpower=100 (десятичное) устройство имеет право потреблять от линии V_{bus} разъёма USB не более 200 мА.

Если разрабатывается HID-устройство, константа _usb_hids должна быть равна 1, в противном случае — 0.

Как упоминалось выше, обмен информацией происходит через конечные точки. Как правило, используют дополнительные конечные точки, но иногда применяют канал Feature двунаправленной нулевой конечной точки. У низкоскоростного USB-устройства может быть не более двух дополнительных однонаправленных конечных точек. Их требуемое число указывают константой _usb_ifaceendpoints.

Адреса дополнительных конечных

Период опроса конечных точек компьютером задаётся в миллисекундах константами _usb_endp2interval и _usb_endp3interval. Для низкоскоростного устройства период не может быть менее 10 мс.

В конце текста программы в неё включают файл Const_swusb-includes.bas, который не следует модифицировать. Здесь вычисляются требуемые размеры массивов и дескрипторов, объявляются константы, переменные и массивы для драйвера. После этого вызывается подпрограмма Usb_reset, инициализирующая USB-драйвер. Обработчиком внешнего прерывания INT0 назначается подпрограмма Usb_isr из библиотеки Swusb.lbx. Она будет вызываться при возникновении активности на шине USB и принимать пакеты информации.

В файле USB_Descriptor.bas находятся дескрипторы устройства, описывающие его характеристики и тип. Если создаётся HID-устройство (константа _usb_hids больше нуля), то в программу будет вставлен HID-дескриптор сообщения. По умолчанию он имеет вид, показанный в **табл. 1**.

Значение константы Size_hid_reportdescriptor — длина дескриптора в байтах. Следующие две строки DATA означают, что создаётся нестандартное

Для создания строкового дескриптора можно использовать утилиту Bascom_USB_descriptor.exe, окно которой показано на **рис. 1**. В его поле "Текст" вводят с клавиатуры или вставляют из буфера обмена Windows текст дескриптора в обычной кодировке и нажимают на экранную кнопку "Преобразовать". В поле "Код Bascom" будет выведен созданный код дескриптора в формате, необходимом для вставки в BASIC-программу. Туда его переносят через буфер обмена.

В файле USB_Subroutines.bas собраны подпрограммы, обслуживающие USB-драйвер. Подпрограмма Usb_refresh повторно инициализирует драйвер при продолжительном отсутствии активности на шине. Её вызывают в главном цикле программы.

Подпрограмма Usb_processsetup обрабатывает системные запросы (так называемые пакеты SETUP) интерфейса USB. Она, например, передаёт дескрипторы по запросу ведущего, присваивает адреса устройствам и выполняет многие другие действия, необходимые для правильного функционирования USB-устройства.

Подпрограмма Usb_senddescriptor передаёт дескрипторы устройства ведущему. Подпрограмму Usb_send

используют для отправки ему информации. Подпрограмма Usb_reset необходима для инициализации USB-драйвера.

В качестве примера рассмотрим программное обеспечение нескольких устройств класса HID, созданное на базе предлагаемого драйвера. Отличительная черта устройств этого класса — не требуется разрабатывать драйверы для компьютера, они уже имеются в его операционной системе.

Для проведения экспериментов нужно собрать устройство по схеме, показанной на **рис. 2**. Она полностью совпадает с изображенной на рис. 2 в [3]. Напомним, что резистор R1 устанавливает на линии D– напряжение, служащее для ведущего признаком, что к нему подключено низкоскоростное устройство. Выбор выводов 4 и 5 (PD2 и PD3) микроконтроллера для подключения информационных линий шины USB отражён значениями констант _usb_dplus и _usb_dminus в файле USB_Config.bas. Он не случаен. В микроконтроллере ATmega8 изменение уровня на линии PD2 может генерировать запрос внешнего прерывания INT0, что используется для организации приёма информации, поступающей от компьютера.

В микроконтроллерах других типов этот запрос может генерироваться перепадом уровня на другом выводе. Это следует учитывать при разработке устройств на различных микроконтроллерах.

Исходный текст демонстрационной программы для микроконтроллера DD1 приведён в **табл. 2**. Его первая строка включает в программу файл с описанием использованного микроконтроллера. В следующей строке указана его тактовая частота в герцах. После этого задаются размеры аппаратного и программного стеков, необходимые для правильной работы программы.

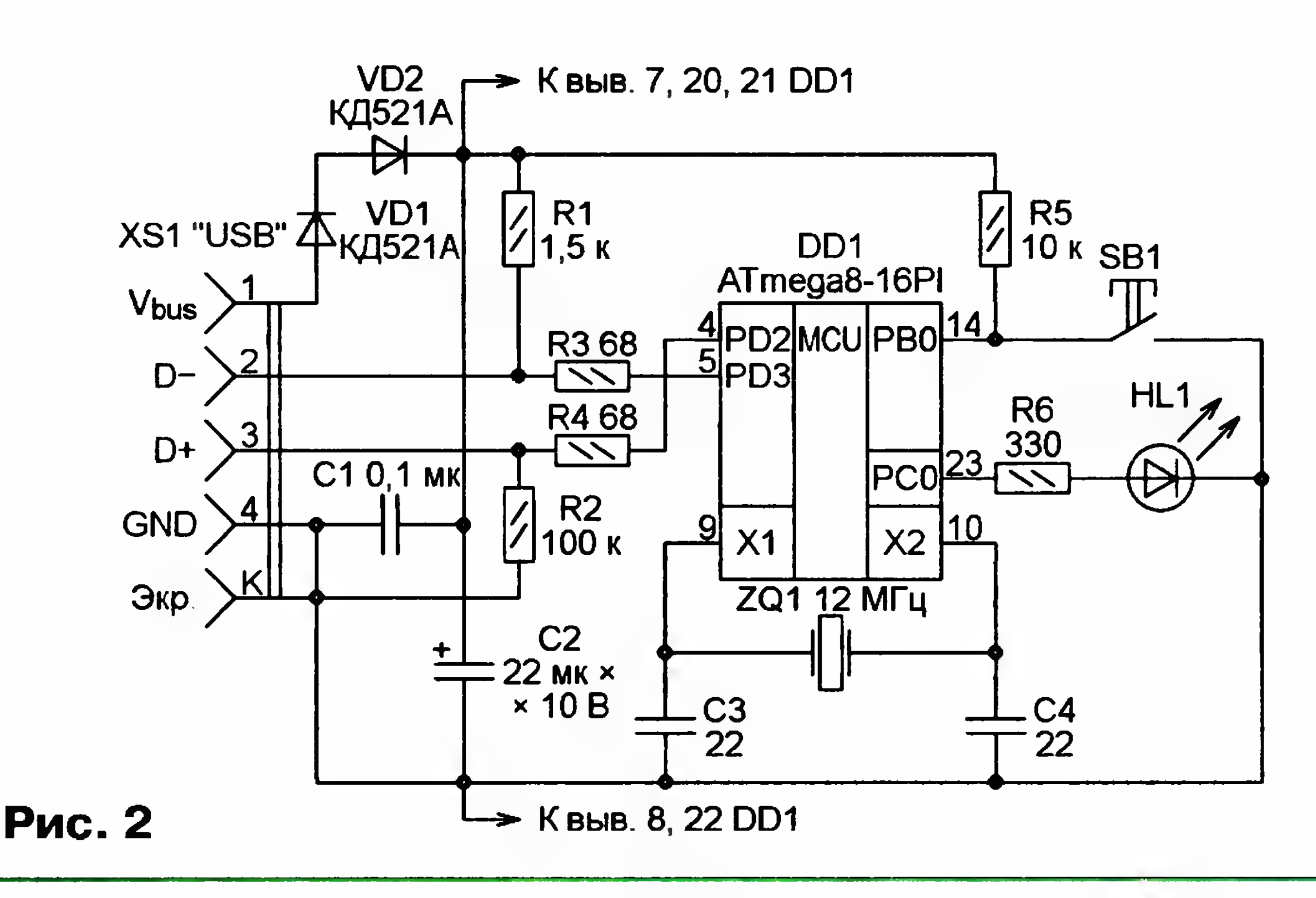


Рис. 2

Таблица 2

```
$regfile    = "m8def.dat"          'Выбор типа контроллера
$crystal    = 12000000             'Частота генератора, Гц
$hwstack    = 50                   'Размер аппаратного
$swstack    = 30                   'и программных стеков
$framesize  = 40
$include "USB_Config.bas"          'Подключаем файл с кодом
                                   'настройки USB драйвера
Config PinB.0 = Input              'PB0 - вход.
Config PinC.0 = Output             'PC0 - выход.
PortC.0 = 0                        'Выключаем HL1
Dim Button As Byte                 'Объявляем переменные
Dim Old_button As Byte
Enable Interrupts                  'Разрешаем прерывания
' Основной цикл Do -  Loop
Do
 Call Usb_refresh()
 'Получена информация от компьютера
 If _usb_status._usb_rxc = 1 Then
  If _usb_status._usb_setup = 1 Then
   'Обработка системных сообщений
   Call Usb_processsetup(_usb_tx_status)
  Elseif _usb_status._usb_endp1 = 1 Then
   ' Пришёл пакет из компьютера в 1 конечную точку
   PortC.0 = _usb_rx_buffer(2)
  End If
  'Признак готовности принять следующий пакет
   _usb_status._usb_rtr = 1
   _usb_status._usb_rxc = 0
 End If

 Button = PinB.0                   'Опрос кнопки
 If Old_button <> Button Then      'Кнопка изменила состояние
  If _usb_tx_status2._usb_txc = 1 Then
   Old_button = Button
   _usb_tx_buffer2(2) = Button     'Копирование в буфер
   Call Usb_send(_usb_tx_status2 , 1) 'Передача байта компьютеру
  End If
 End If
Loop                               'Конец основного цикла
End

$include "USB_Descriptor.bas"      'Подключаем файлы с кодом
$include "USB_Subroutines.bas"     'дескрипторов и подпрограмм.
```

Директива $include включает в программу ранее рассмотренный файл USB_Config.bas, выполняющий конфигурирование и инициализацию USB-драйвера. Далее линия порта PB0, к которой подключена кнопка, назначается входом, а управляющая светодиодом линия PC0 — выходом.

Операторы Dim создают две переменные, предназначенные для хранения информации о текущем и прошлом состояниях кнопки SB1. Каждая из них занимает один байт памяти. Затем разрешается обработка прерываний, что необходимо для USB-драйвера, обрабатывающего запросы прерывания INT0.

Следующий далее основной цикл программ выполняется всё время, пока работает микроконтроллер. В начале цикла вызывается подпрограмма Usb_refresh, следящая за активностью на шине USB и при необходимости повторно инициализирующая USB-драйвер. Затем с помощью условного оператора IF анализируется состояние разряда _usb_rxc переменной _usb_status, хранящей текущий статус драйвера. При поступлении по USB новой информации условие будет выполнено. В этом случае анализируется состояние разрядов _usb_setup и _usb_endp1 той же переменной.

Выполнение условия _usb_setup=1 означает приём системного сообщения (например, запроса текущей конфигурации устройства) от ведущего. В этом случае вызывается подпрограмма Usb_processsetup, в которой обрабатываются эти команды. А вот выполнение условия _usb_endp1=1 при текущей конфигурации драйвера показывает, что ведущий передал информацию в первую дополнительную конечную точку ведомого. Она находится в массиве _usb_rx_buffer.

В рассматриваемом примере младший разряд полученного байта заносится в разряд PC1 регистра порта C микроконтроллера. Это позволяет в зависимости от значения принятого байта включать и выключать светодиод HL1. После обработки полученной информации в разряды переменной _usb_status заносят следующие значения: _usb_rtr — 1, _usb_rxc — 0. Это сообщает драйверу, что полученная информация обработана и можно принимать следующий пакет.

Далее следует опрос состояния кнопки SB1, подключённой к линии PC0 микроконтроллера. Если оно изменилось (кнопка была нажата либо отпущена), то сообщение об этом отправляется в компьютер. Но перед этим, чтобы убедиться в готовности драйвера к передаче, программа проверяет значение разряда _usb_txc переменной _usb_tx_status2. Для передачи содержимое переменной Button копируется в массив _usb_tx_buffer2, после чего следует вызов подпрограммы Usb_send. Её второй аргумент — число передаваемых байтов.

При первом подключении устройства к компьютеру операционная система определит его как USB HID совместимое устройство с именем "Демо-устройство". Это имя хранится в строковом дескрипторе продукта, находящемся в файле USB_Descriptor.bas.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рюмик С.** Подключение джойстиков от игровых приставок к шине USB. — Радио, 2007, № 1, с. 28—31.

2. **Суров С.** Обмен информацией с USB HID устройством. — Радио, 2010, № 3, с. 25—28.

3. **Высочанский П.** Работа с USB HID устройствами в Windows. — Радио, 2011, № 4, с. 27—30.

(Окончание следует)

Найдено в Интернете

Разработки японских радиолюбителей (источники питания)

В этом обзоре собраны интересные фрагменты схем узлов источников питания электронных устройств. По сравнению с оригиналами в некоторые из них внесены непринципиальные изменения, позволяющие лучше понять основную идею автора разработки.

Блок питания с фиксированными значениями выходного напряжения, схема которого показана на **рис. 1 <http://www.asahi-net.or.jp/~gt6s-sbic/electro/power_unit1/fig1.gif>**, построен на двухканальных преобразователях постоянного напряжения в постоянное (DC-DC) OEJ22WC0512 **<http://datasheet.octopart.com/OEJ22WC0512-ETA-USA-datasheet-11079.pdf>** с гальванической развязкой между входом и выходом. Переключателем SA1 можно установить на выходе блока ступенями по 12 В стабилизированное напряжение от 12 до 72 В. Интервал изменения входного напряжения и допустимый ток нагрузки (65 мА) определяются параметрами применённых преобразователей.

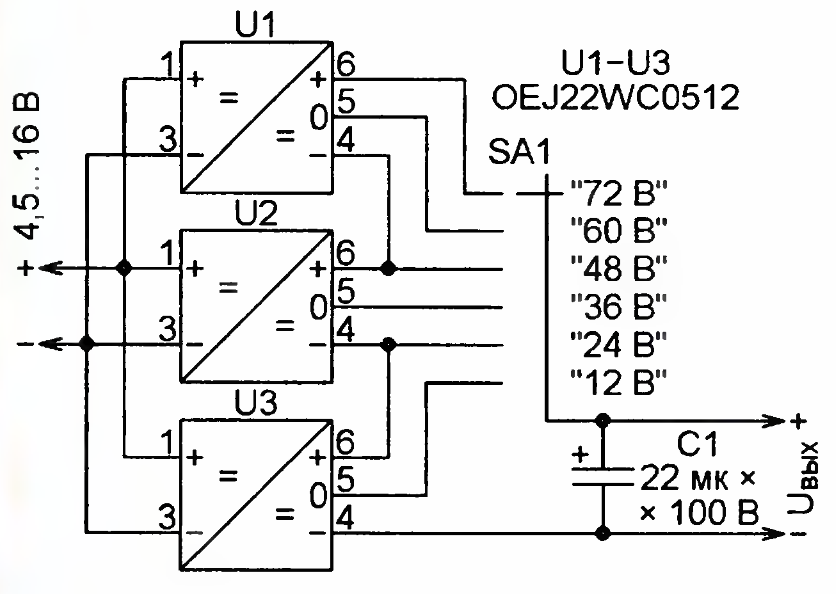


Рис. 1

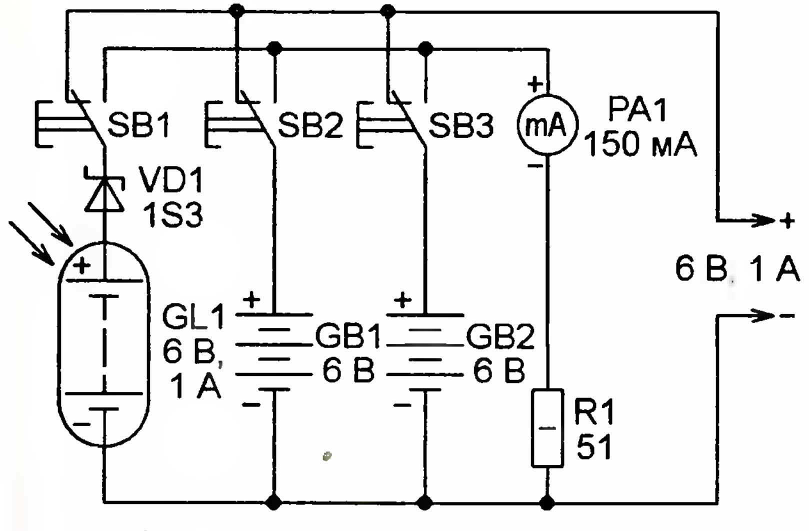


Рис. 2

Источник питания на солнечной батарее может быть собран по схеме, изображённой на **рис. 2 <http://www.geocities.jp/ii2duck/personal/res/s074904.jpg>**. Аккумуляторные батареи GB1 и GB2 подзаряжаются от солнечной батареи GL1. Диод VD1 не допускает их разрядки через солнечную батарею, когда её напряжение ниже номинального в результате недостаточного освещения. Нажимая на кнопки SB1—SB3, контролируют напряжение батарей, подключая к ним через балластный резистор R1 миллиамперметр PA1. Ток, потребляемый при измерении, преднамеренно выбран довольно большим (около 100 мА). Это позволяет точнее оценить освещённость солнечной батареи и степень заряжённости аккумуляторных.

Стабилизатор напряжения солнечных батарей показан на схеме, изображённой на **рис. 3 <http://www.mars.dti.ne.jp/~m7030/pic_room/ clock/batt2.png>**. Ионисторы C2, C3 служат буферными накопителями энергии для автономной работы при плохом освещении. При ярком свете они подзаряжаются от двух соединённых параллельно солнечных батарей GB1 и GB2 с номинальным напряжением 4,8 В при токе нагрузки 10 мА на каждую. Диод Шотки VD1 не даёт ионисторам разряжаться через внутреннее сопротивление солнечных батарей.

Поскольку на холостом ходу напряжение солнечной батареи может значительно превышать номинальное, достигая 6...9 В, необходимо защищать от него как низковольтные ионисторы, так и питаемую аппаратуру. Это делается с помощью двух идентичных узлов-ограничителей напряжения на транзисторах VT1 и VT2. Обязательно нужны два ограничителя — отдельно для каждого ионистора. Иначе в результате значительного разброса ёмкости и тока утечки напряжение распределится между ними неравномерно и на одном из ионисторов превысит допустимое.

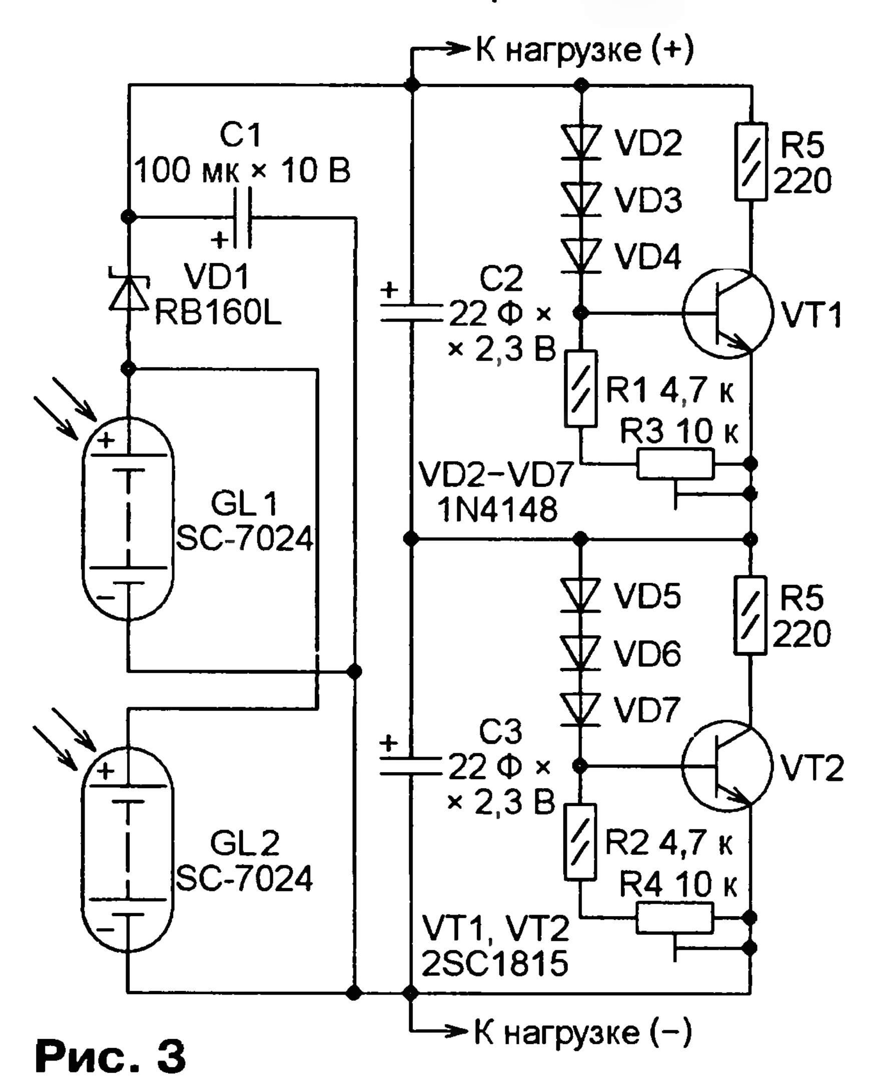


Рис. 3

Равенства напряжения на ионисторах добиваются подстройкой резисторов R3 и R4. Если оно все-таки остаётся бо́льшим допустимого, можно оставить в цепочках VD2—VD4 и VD5—VD7 по два диода или заменить по одному из них диодами Шотки.

Импульсный повышающий преобразователь с параллельным стабилизатором напряжения можно собрать по схеме, показанной на **рис. 4**. Это фрагмент схемы, находящейся в архиве **<http://homepage2.nifty.com/denshiken/DUAL648B.LZH>**. Прямоугольные импульсы частотой 42 кГц, поступающие на базу транзистора VT1, формирует микроконтроллер. Энергия,

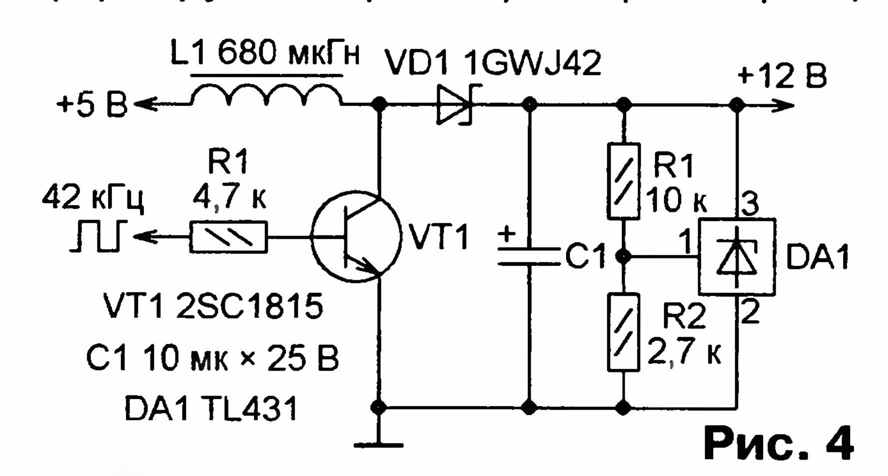


Рис. 4

накопленная в дросселе L1 за время открытого состояния этого транзистора, при его закрывании передаётся в нагрузку через диод VD1. Конденсатор C1 — сглаживающий. Особенность преобразователя в том, что его выходное напряжение стабилизировано не с помощью ШИМ, а линейным параллельным стабилизатором DA1, балластом для которого служит внутреннее сопротивление самого преобразователя. Источник входного напряжения 5 В должен быть защищён от перегрузки по току.

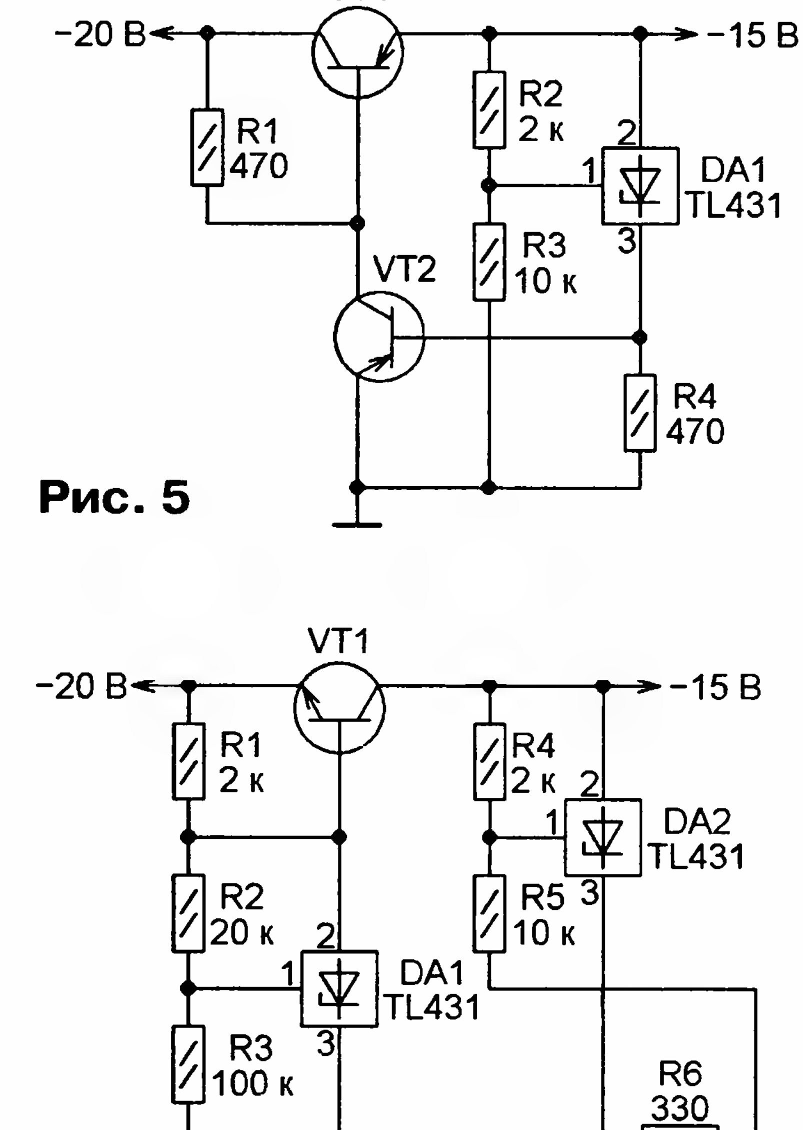


Рис. 5

Рис. 6

Стабилизаторы напряжения с регулирующим транзистором в минусовом проводе можно собрать по схемам, показанным на **рис. 5 <http://userdisk.webry.biglobe.ne.jp/000/024/65/N000/000/000/129837884155016310769_TL431_NegRegPnp.png>** (с транзистором структуры p-n-p) или **рис. 6 <http://userdisk.webry.biglobe.ne.jp/000/024/65/N000/000/000/129837908392216310744_TL431_NegRegNpn.png>** (с транзистором структуры n-p-n). Элементы сравнения выходного напряжения с образцовым в обоих случаях построены на микросхеме параллельно-

го стабилизатора напряжения TL431. Интересно, что автор этих схем Osamu Hoshuyama на пути к варианту, показанному на рис. 6, рассматривает аналогичные стабилизаторы, в которых узел сдвига уровня напряжения между "катодом" стабилизатора DA2 и базой транзистора VT1 построен не на интегральном стабилизаторе, а на стабилизаторе тока и резисторе или на группе светодиодов, работающих в режиме стабистора.

Необходимого выходного напряжения добиваются подборкой резистора R3 (рис. 5) или R5 (рис. 6). Тип транзистора VT1 зависит от максимального тока нагрузки. Транзистор VT2 на рис. 5 — практически любой кремниевый маломощный структуры p-n-p.

Понижение почти до нуля напряжения на выходе регулируемого стабилизатора напряжения может быть достигнуто по схеме, изображённой на **рис. 7 <http://www8.plala.or.jp/InHisTime/img586.jpg>**. Выходное напряжение микросборки U1 (регулируемого импульсного преобразователя DC-DC) за счёт обратной связи автоматически поддерживается таким, чтобы напряжение на её выводе V_{adj} оставалось равным внутреннему образцовому (2,5 В). Этим обычно и определяется минимальное выходное стабилизированное напряжение. Однако, если ввести в цепь обратной связи батарею GB1

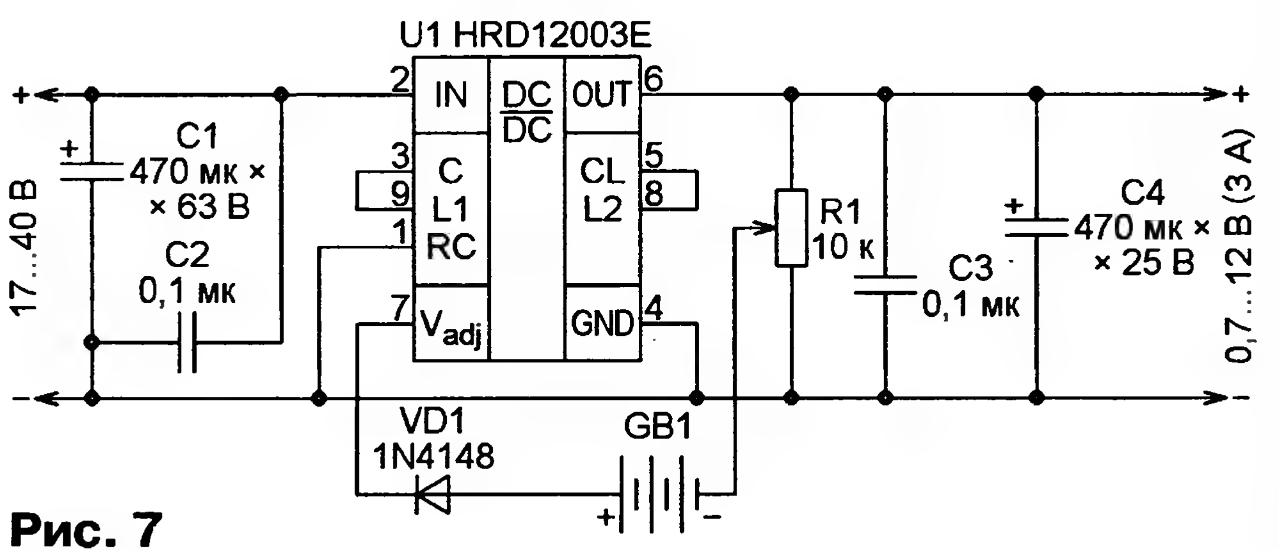


Рис. 7

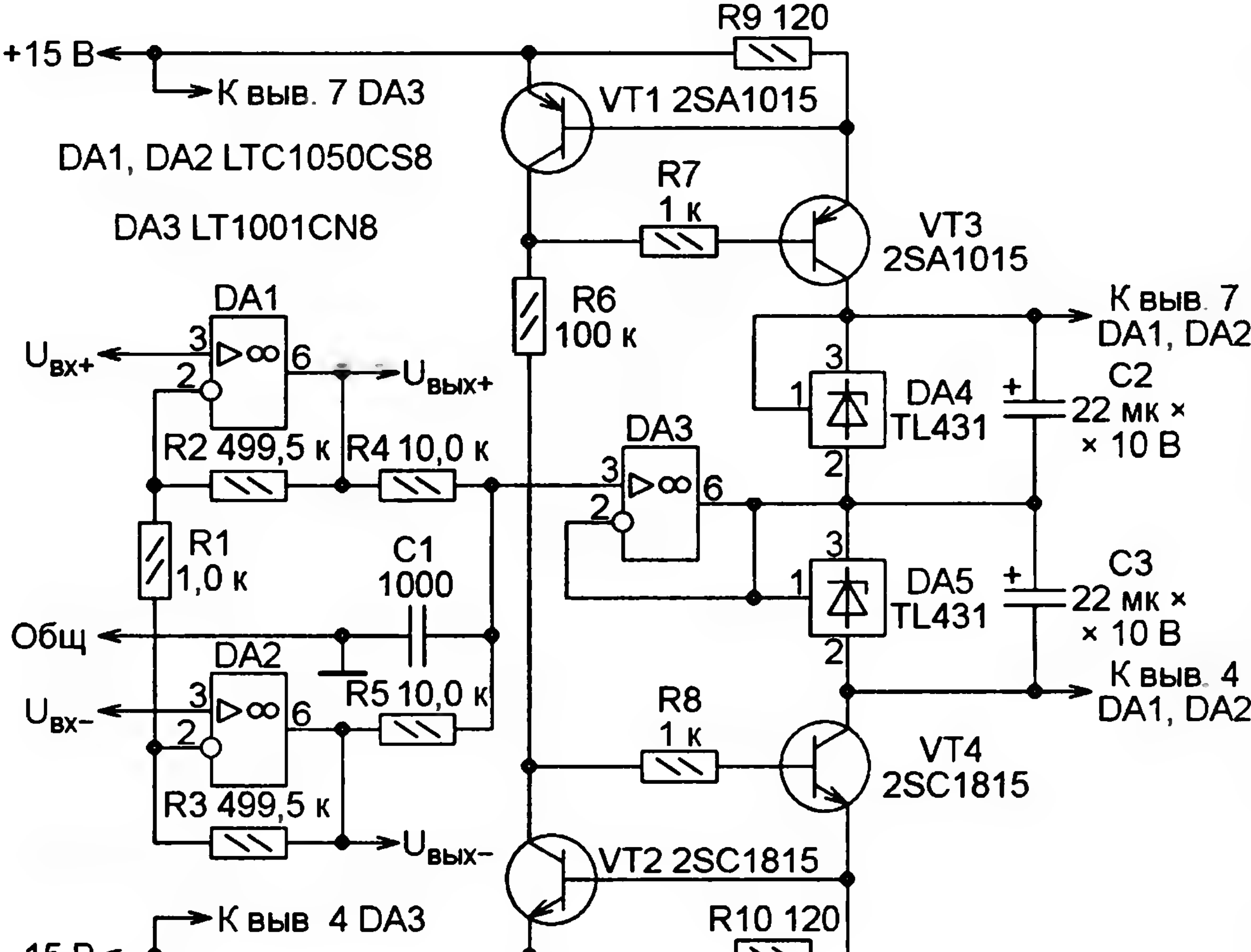


Рис. 8

и диод VD1, то при движке переменного резистора R1 в верхнем по схеме положении стабилизированное напряжение станет меньше образцового на значение напряжения батареи за вычетом его падения на диоде. Практически при использовании в качестве GB1 двух частично разряженных гальванических элементов общим напряжением 2,7 В удалось понизить выходное напряжение до 0,673 В.

Учтите, что нельзя вносить в цепь внешней обратной связи смещение, превышающее образцовое напряжение. Это нарушит работу стабилизатора. А при движке переменного резистора R1 в нижнем по схеме положении цепь внешней обратной связи оказывается разорванной. Однако диод VD1 в этом случае закрыт, а имеющаяся в микросборке HRD12003E внутренняя цепь обратной связи поддерживает выходное напряжение равным номинальному (12 В).

"Плавающее" питание дифференциального усилителя (рис. 8, http://cqkoukoku.typepad.jp/trtayori/images/2010/01/21/afig91_2.gif). Полезный входной сигнал дифференциального усилителя на ОУ DA1 и DA2 — разность напряжений $U_{вх+}$ и $U_{вх-}$. Сложность состоит в том, что имеется значительная синфазная составляющая $(U_{вх+}+U_{вх-})/2$, превышающая допустимую для ОУ серии LTC1050 — малошумящих и с пониженным дрейфом нуля, но сравнительно низковольтных. Проблема решена применением "плавающего" питания этих ОУ. Источники напряжения +2,5 В и –2,5 В построены на стабилизаторах тока (транзисторы VT1, VT3 и VT2, VT4) и интегральных параллельных стабилизаторах DA4 и DA5. Выделенная с помощью резисторов R4 и R5 синфазная составляющая сигнала подана через повторитель на ОУ DA3 в общую точку этих источников, поддерживая питание симметричным относительно синфазной составляющей.

Конденсатор C1 не только фильтрует помехи, но и неизбежно вносит задержку в цепь компенсации. В результате изменение питающих напряжений отстаёт от изменений синфазной составляющей и возможны кратковременные нарушения компенсации. Поэтому рассматриваемое решение пригодно только для усилителей сигналов очень низкой частоты.

Развязка цепей питания аналоговых и цифровых каналов может быть выполнена по схеме, изображённой на **рис. 9 <http://www.picfun.com/document/DSADCDMM/sch12.gif>**. Напряжение 5 В для питания всех узлов стабилизировано одной микросхемой DA1. Особенность состоит в том, что дросселями L1 и L2 развязаны как плюсовые цепи питания цифровых и аналоговых узлов (VCC и AVCC), так и цепи их общего провода (GND и AGND).

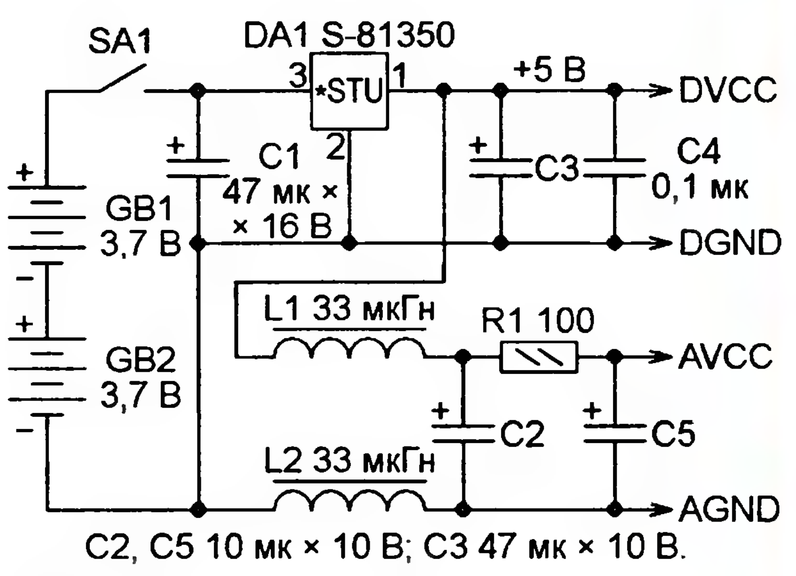


Рис. 9

Подготовил С. РЮМИК,
г. Чернигов, Украина

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

Модульная компоновка узлов любительской аппаратуры

Яцек ПАВЛОВСКИ (Jacek Pawlowski), Польша

Зарождение описываемой ниже идеи относится к временам тридцатилетней давности, когда автор мастерил многодиапазонный любительский трансивер. Из-за отсутствия возможности пользоваться каким-либо станочным оборудованием приходилось все узлы конструкции изготовлять в домашних условиях практически вручную. О своей идее и вариантах её реализации автор рассказывает в этой статье.

Самой серьёзной моей проблемой была тогда механическая обработка заготовок печатных плат различных видов — всё приходилось делать дома. Поэтому нередко посещала мысль о конструкции универсальной кассеты, в которой можно было бы размещать платы разных размеров и формы без потребности в точном сверлении и распиливании.

Похоже, что эта проблема существует и поныне, поскольку в популярных журналах до сих пор можно видеть платы с четырьмя крепёжными отверстиями в углах. И сейчас многие радиолюбители завершают макетирование устройства раскладыванием его плат, соединённых жгутами проводов, по всему столу. И для того, чтобы всё это поместить в корпус, придётся ещё, не ошибившись, просверлить немало отверстий, изготовить ряд всевозможных уголков, кронштейнов, стоек и прочих держателей.

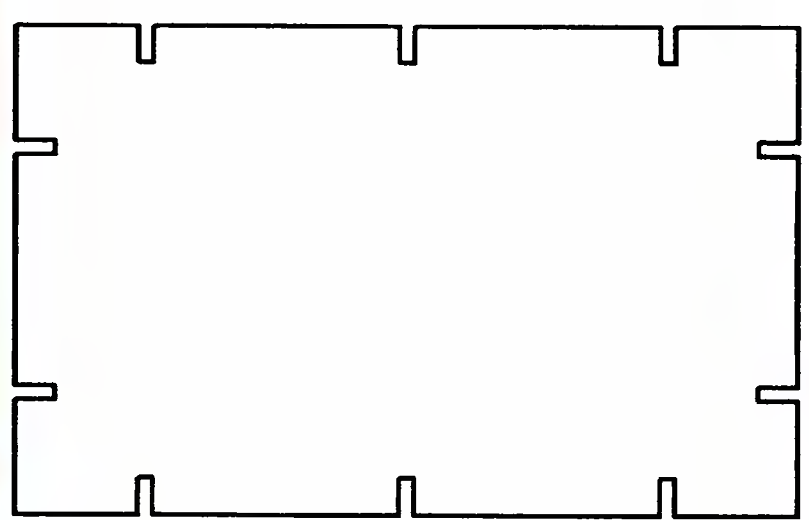
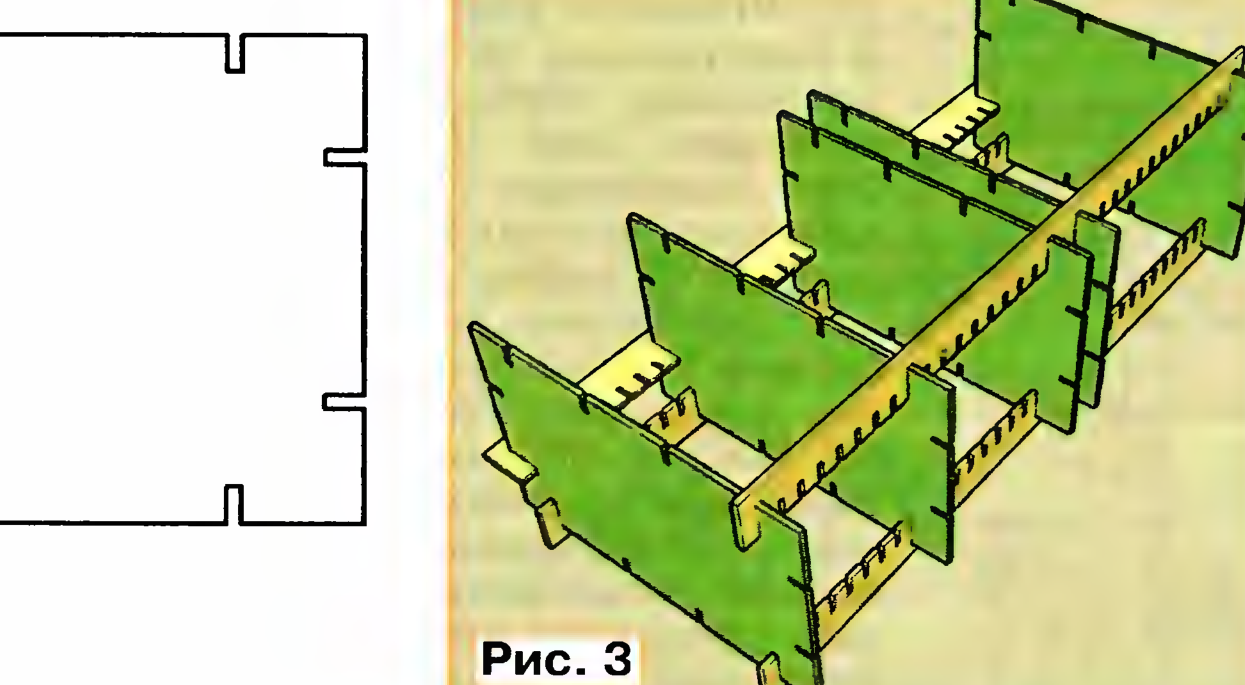


Рис. 1



Предлагаемая мной система компоновки плат облегчает решение многих задач и может помочь радиолюбителям—практикам. Я назвал её JP-250 потому, что основной размер (шаг) в ней равен четверти дюйма*. Система обеспечивает крепление в устойчивом каркасе любое число модулей (плат). Основная её характеристика — отсутствие в платах установочных отверстий. Вместо них по краям прорезают пазы, расстояние между которыми кратно указанному шагу. Так, на **рис. 1** показан пример заготовки платы размерами 3×2 дюйма с пазами.

Платы скреплены плоскими фиксирующими планками из такого же материала, также снабжёнными пазами (**рис. 2**). Идентичность толщины плат и планок обязательна (удобнее всего толщина 0,06 дюйма = 1,5 мм). Показанная на рис. 2 планка получила наименование IE.

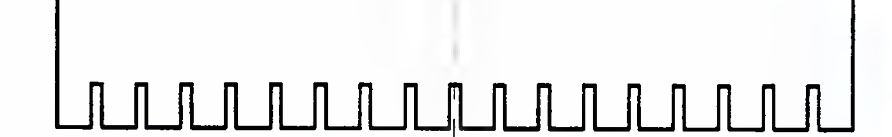


Рис. 2

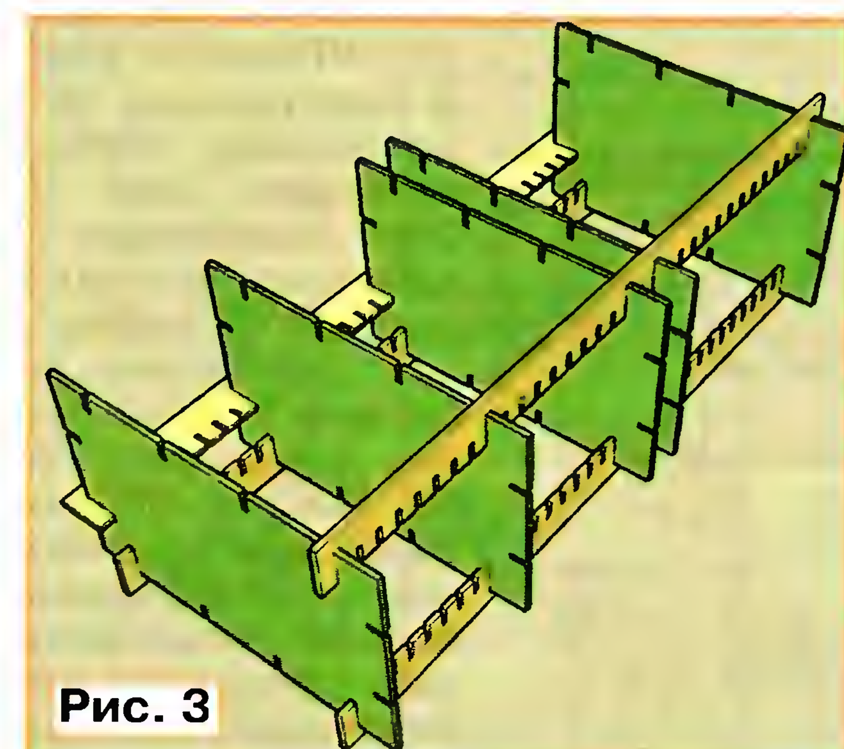


Рис. 3

Пример компоновки нескольких плат с помощью планок IE изображён на **рис. 3**. Выступающие на 0,22 дюйма за пределы платы края планок дают возможность прокладывать межплатные провода и кабели. Перед тем, как поместить получившийся каркас в сборочную коробку (корпус, кожух), устанавливают все планки; конструкция при этом становится весьма жёсткой.

Если применить дополнительно планки UM, изображённые на **рис. 4**,а, возможностей для размещения плат станет больше — рис. 4,б. Свои названия планки получили от подобия их формы буквам латинского алфавита.

В системе JP-250 ничто не препятствует установке плат во всех трёх плоскостях (**рис. 5**). При этом достаточно использовать только IE и UM. Замена части (или всех) планок IE планками E, которые на 0,22 дюйма уже, приводит к более компактному виду каркаса (**рис. 6**), но и к трудностям в прокладке межплатных электрических соединений.

В зависимости от размеров плат и сборочной коробки устанавливают и необходимую длину планок. Короткие

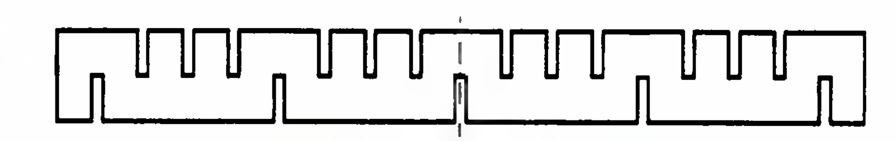


Рис. 4,а

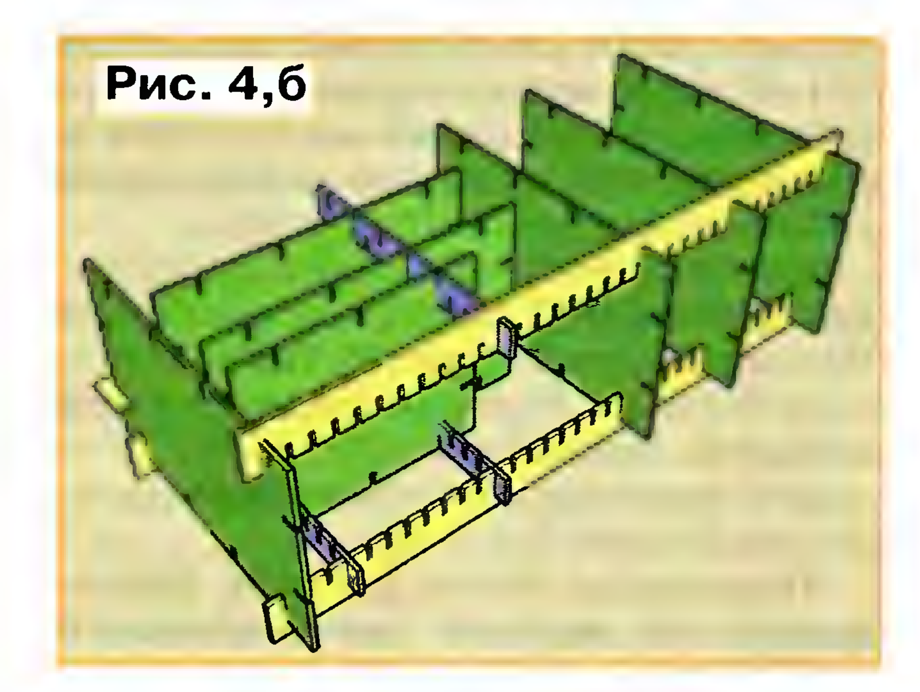


Рис. 4,б

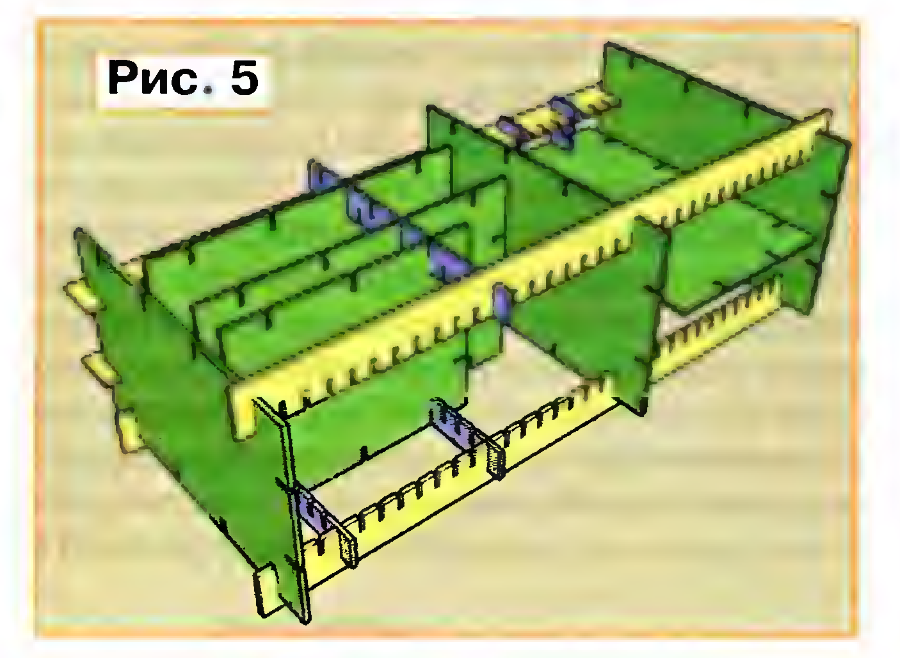


Рис. 5

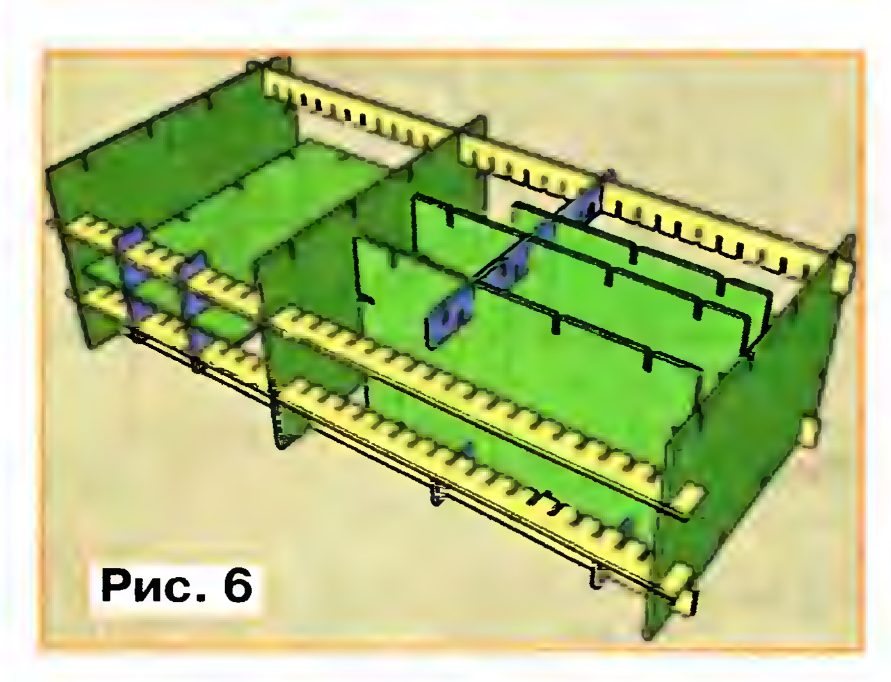


Рис. 6

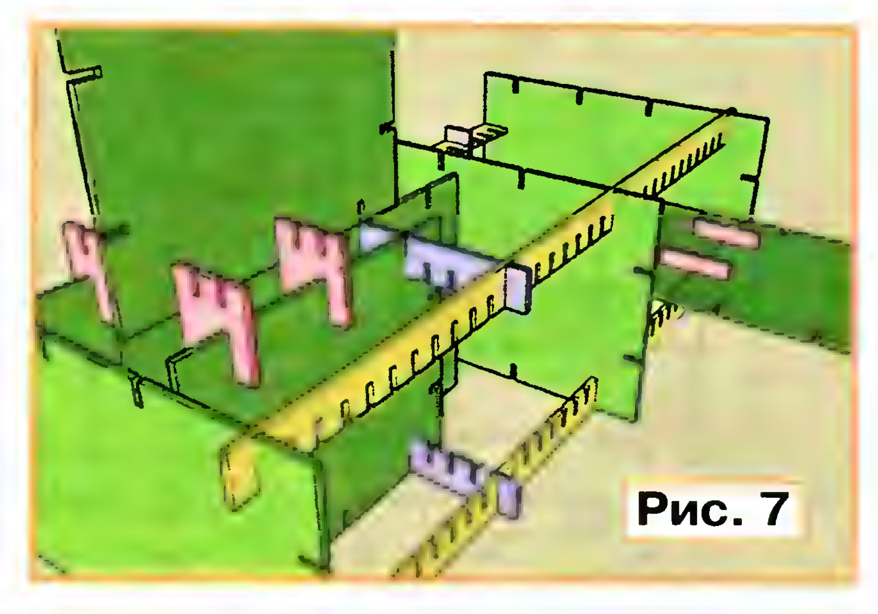


Рис. 7

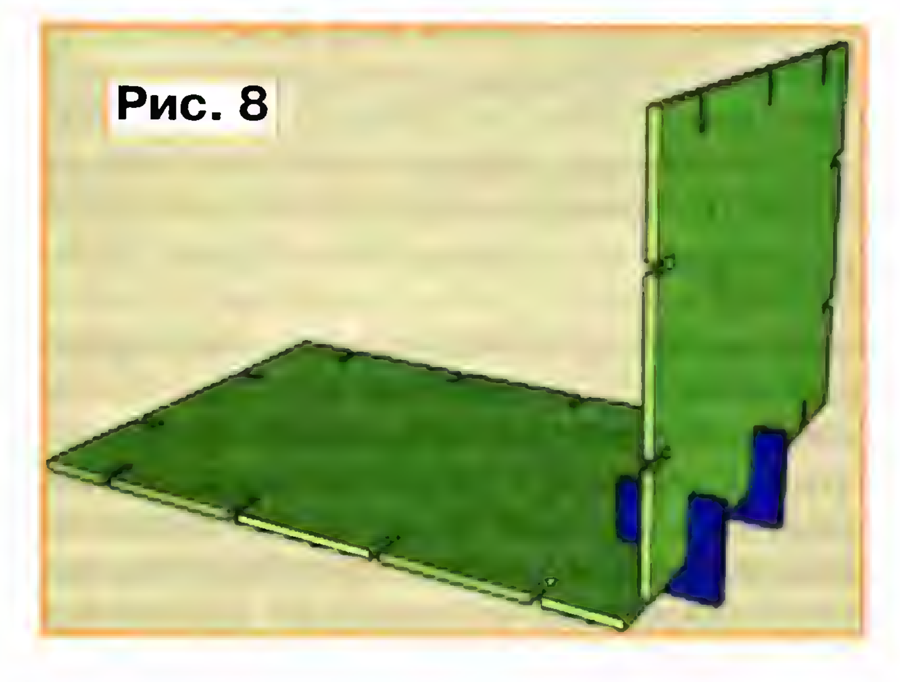


Рис. 8

---

* Примерно 6 мм. Российские радиолюбители могут принять для себя любой другой шаг, который в большей мере отвечает конкретным потребностям и возможностям **_(Прим. ред.)_**.

можно получить разрезанием на части длинных.

Планки Н и НО дают возможность уложить платы рядом — ребро к ребру (**рис. 7**). Предусмотрены также планки ещё нескольких разновидностей — L, LO, X, XO, T, TO, дополнительно расширяющие возможности компоновки. На **рис. 8** показано, как с помощью планок LO соединить две платы под прямым углом одна к другой. Планки TO и XO позволяют соединять подобным образом три или четыре платы.

Для обеспечения лёгкой и быстрой сборки каркаса платы и планки должны быть изготовлены с точностью не хуже 0,25 мм. Такую точность легко обеспечить при станочном изготовлении деталей, но удовлетворительные результаты даёт и ручное с помощью простых кондукторов.

Полную версию описания системы JP-250 легко найти в Интернете по адресу <**http://www.jp-250.datanet.pl/download.html**>. Она не защищена зарегистрированной торговой маркой или патентом и бесплатна для частного или коммерческого использования.

Таймер для аппарата точечной сварки

Т. ЧИКЕТАЕВ, Б. КАРИМОВ, г. Бишкек, Киргизия

Корпус — это завершающий элемент любой сколько-нибудь крупной электрической или электронной конструкции. На его изготовление в любительских условиях зачастую уходит не меньше времени, чем на сборку и налаживание устройства, для которого предназначен.

Обычно корпусы радиолюбительской и промышленной аппаратуры изготавливают из листовой стали для обеспечения высокой механической прочности. Кроме того, такой корпус особенно предпочтителен в тех случаях, когда конструируемое устройство необходимо экранировать от внешних электрических или магнитных полей.

При изготовлении корпусов часто используют заклёпочные или резьбовые соединения. Намного облегчить изготовление корпусов, коробок, а также соединение отдельных конструктивных элементов можно, применив точечную электросварку.

Описываемое ниже устройство представляет собой один из практических вариантов аппарата точечной электросварки. За основу взят описанный в статье Е. Годыны "Электросварочный аппарат" ("Радио", 1974, № 12, с. 39—41), позволяющий сваривать различные детали из листовой стали, а также стальную проволоку. Механически и кинематически наш аппарат от него почти не отличается. Разница заключается в существенно доработанном электронном дозаторе длительности импульса сварочного тока.

Как известно, в соответствии с законом Джоуля-Ленца количество теплоты W, выделяемой в точке контакта свариваемых деталей, зависит от длительности t импульса тока I и электрического сопротивления R току через контакт:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t.$$

При расчёте сварочного тока и длительности импульса сопротивление считают исходным параметром, так как его в первом приближении можно определить, зная материал свариваемых деталей, их толщину и требуемую температуру сварки.

Согласно закону Джоуля-Ленца, увеличение сопротивления должно увеличивать количество выделяющейся теплоты. Но по закону Ома

$$I = \frac{U_2}{Z},$$

где U_2 — напряжение на вторичной обмотке сварочного трансформатора; Z — полное сопротивление вторичного контура, в которое входит и сопротивление контакта R. Поэтому при увеличении R уменьшится I, а он входит в формулу закона Джоуля-Ленца в квадрате. Количество теплоты, выделяющейся при сварке, зависит от соотношения R и полного сопротивления Z вторичного контура.

Чем меньше Z, тем больший сварочный ток можно обеспечить при том же U_2. При этом чем меньше R по сравнению с Z, тем меньше бесполезные потери мощности на нагревание вторичной обмотки трансформатора.

Сварка с малым сопротивлением вторичного контура сопровождается нестационарностью нагревания и, как следствие, нестабильностью качества соединений. Минимизировать этот недостаток можно надёжным сжатием деталей и зачисткой их поверхности, что обеспечит постоянство R.

Оптимизировать режим сварки при неизменном значении напряжения U_2 оказывается удобнее всего регулированием длительности t импульса сварочного тока.

Схема электронного блока сварочного аппарата показана на **рис. 1**. В исходном состоянии сварочный трансформатор T1 обесточен, поскольку контакты K1.1—K1.3 реле K1 разомкнуты. Обмотка реле K1 переменного тока, включённая во входную диагональ диодного моста VD2, также обесточена.

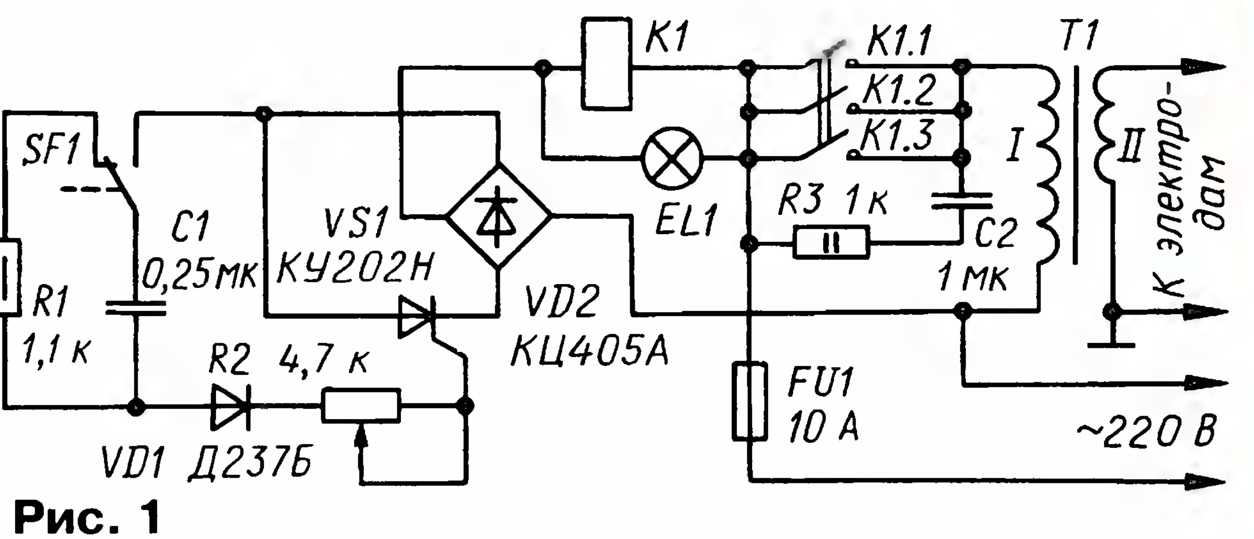


Рис. 1

Несмотря на то что к тринистору приложено выпрямленное напряжение сети, мост тока не проводит, поскольку тринистор VS1, замыкающий выходную диагональ диодного моста, закрыт. Конденсатор C1 шунтирован резистором R1 и поэтому разряжен.

Переключатель SF1 установлен на раме сварочного аппарата и связан с педалью, управляющей сжатием свариваемых деталей электродами, так, что переключение происходит в конце хода педали. В момент переключения конденсатор C1 начинает заряжаться, зарядный ток открывает тринистор VS1, который замыкает выходную диагональ диодного моста VD2, и он подключает к сети обмотку реле K1. Одновременно с этим вспыхивает лампа EL1.

Реле срабатывает, и замкнувшиеся контакты K1.1—K1.3 подключают к сети первичную обмотку сварочного трансформатора T1. Мощный импульс переменного тока, возникающий во вторичной цепи, разогревает металл свари-

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ваемых деталей в точке сжатия электродами до температуры плавления.

Через некоторое время зарядный ток конденсатора С1 спадает настолько, что уже не может открыть тринистор VS1 при очередном полупериоде напряжения сети. Поэтому тринистор остаётся закрытым. Обмотка реле К1 теперь обесточена. Контакты К1.1—К1.3 реле размыкаются и отключают сварочный трансформатор от сети. Этим завершается процесс сварки очередной точки.

Педаль аппарата отпускают и подготавливают его к сварке следующей точки. При отпускании педали контакты SF1 возвращаются в исходное положение и конденсатор С1 разряжается через резистор R1

Время, в течение которого тринистор в каждом полупериоде сетевого напряжения открывается, при указанных на схеме номиналах конденсатора С1 и резистора R1 можно изменять в пределах от 0,1 с до нескольких секунд. Таким образом, электронный узел сварочного аппарата представляет собой сочетание формирователя мощного токового импульса и реле времени, определяющего длительность этого импульса.

Сварочный ток в импульсе может достигать 1500...2000 А в зависимости от материала и толщины свариваемых деталей. Потребляемый от сети ток не превышает 8 А.

Цепь R3C2 предназначена для гашения искр между контактами К1.1—К1.3 и уменьшения создаваемых помех. Лампа накаливания EL1 мощностью 60 или 75 Вт на напряжение 220 В служит для обеспечения более устойчивой работы тринистора при значительной индуктивности обмотки реле К1. Диод VD1 предотвращает возможность появления отрицательного напряжения на управляющем переходе тринистора.

В качестве реле в блоке использован магнитный пускатель ПМЕ-071 МВУХЛЗ АС3 с обмоткой на переменное напряжение 220 В и тремя парами рабочих контактов. Тринистор установлен на медном теплоотводящем крепёжном уголке с полезной площадью поверхности около 8 см^2. Конденсаторы С1, С2 — любого типа, причём С2 следует выбрать на номинальное напряжение не менее 630 В. Переменный резистор R2 — любой, с линейной характеристикой

Сварочный трансформатор Т1 переделан из лабораторного регулировочного ЛАТР-9 (РНШ). Его обмотка содержит 266 витков провода диаметром 1 мм. Движок и контактный ролик демонтируют, свободную от изоляции контактную дорожку на обмотке очищают от пыли, покрывают лаком, после чего обмотку изолируют лакотканью. Выводы от обмотки, которая будет служить первичной, выполняют гибким изолированным проводом сечением 1,5...2 мм^2.

Вторичную обмотку наматывают многопроволочным медным проводом сечением по меди не менее 80 мм^2 в теплостойкой наружной изоляции. Число витков — 3.

Электронный блок размещён в нижнем отсеке корпуса сварочного аппарата (**рис. 2**). На боковую панель выведена ручка регулирования длительности токового импульса, проградуированная в секундах.

Информацию о многих отсутствующих в статье аспектах конструкции, о работе и эксплуатации сварочных аппаратов можно найти в книге Геворкяна В. Т. "Основы сварочного дела" (М.: Высшая школа, 1991).

Правильно собранный аппарат, как правило, не требует налаживания, необходимо только отградуировать шкалу регулятора выдержки времени R2. Здесь, однако, уместно заметить, что временные границы этой шкалы сильно зависят от параметров применённого в аппарате экземпляра тринистора VS1. Поэтому в отдельных случаях может оказаться целесообразной подборка более подходящего экземпляра тринистора и конденсатора С1.

Перед тем как начать сварку подготовленных деталей, следует предварительно опытным путём определить оптимальную длительность сварочного импульса для каждого сочетания их толщины и материала. При слишком коротком импульсе соединение будет непрочным, а при излишне длинном — не исключён сквозной прожог деталей.

Аппарат позволяет сваривать проволоку диаметром до 3 мм стальную и из нержавеющей стали, медную лужёную — до 2 мм, стальные листы — толщиной до 1,1 мм.

Вид на аппарат спереди—сверху представлен на **рис. 3**.

Следует иметь в виду, что сварка часто сопровождается искрами из точки контакта металлов, поэтому необходимо ознакомиться с правилами техники безопасности и строго их соблюдать. Работать с аппаратом можно только в негорючей одежде, в рукавицах и с защитной маской на лице.

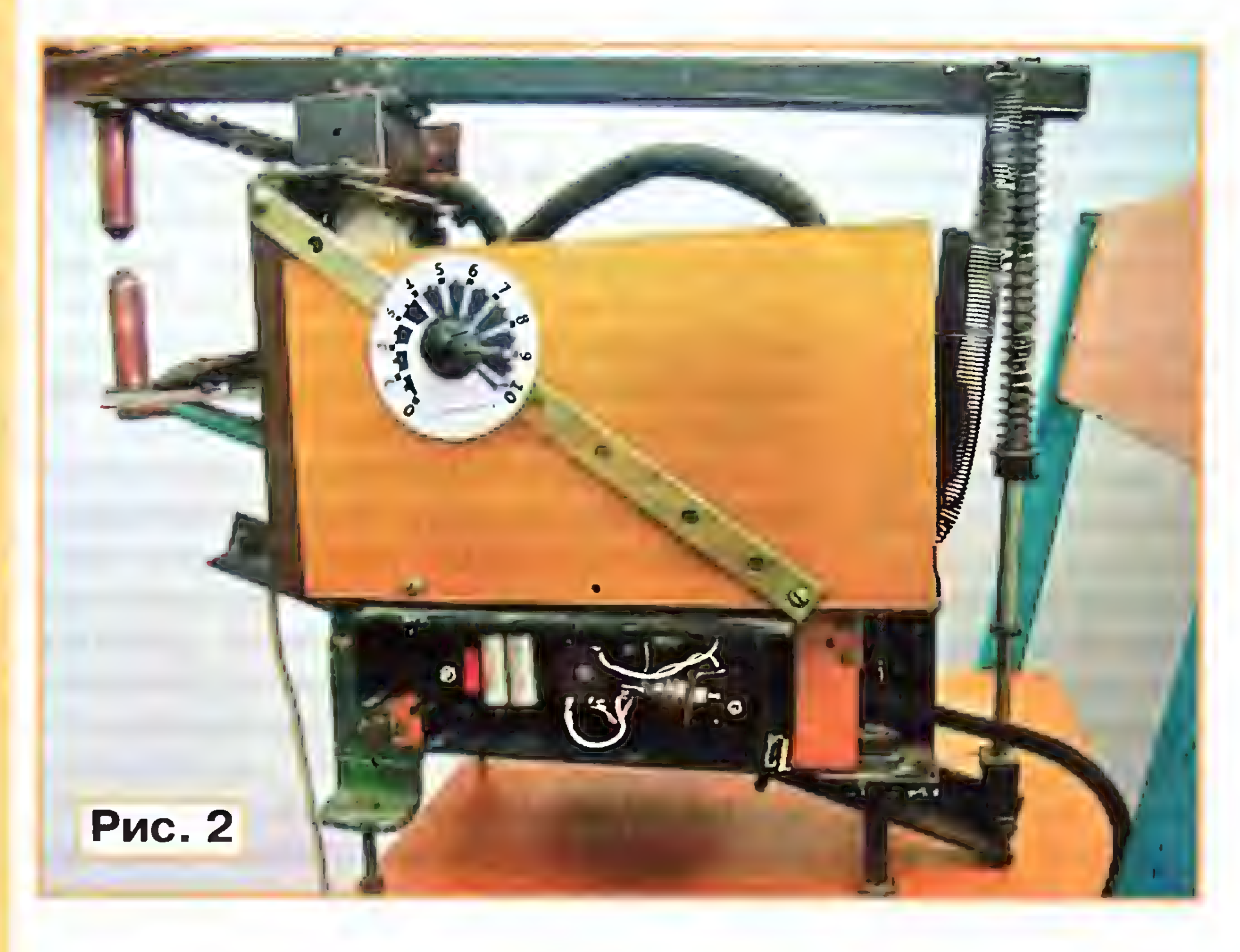

Рис. 2


Рис. 3

Шлифовальное устройство из дисковода

А. УСКОВ, с. Камень-Рыболов Приморского края

Широко известные пользователям компьютеров магнитные дискеты формата 3,5" и дисководы (FDD — FloppiDiskDrive) к ним сейчас уже повсеместно выходят из употребления. Этой участи не избежал дисковод и моего компьютера, из-за чего и был демонтирован. Но чтобы он не остался безработным, я нашёл ему полезное, на мой взгляд, применение — изготовил на его основе миниатюрный настольный станок для шлифования и полирования поверхностей мелких деталей из металлов и пластиков.

Для этого дисковод необходимо разобрать и удалить с шасси все лишние детали. Оставить нужно только плату с электродвигателем привода диска (**рис. 1**). Статор электродвигателя с обмотками прикреплён непосредственно к плате, а ротор представляет собой кольцевой магнит, приклеенный к металлическому диску, ось которого вращается в подшипнике.

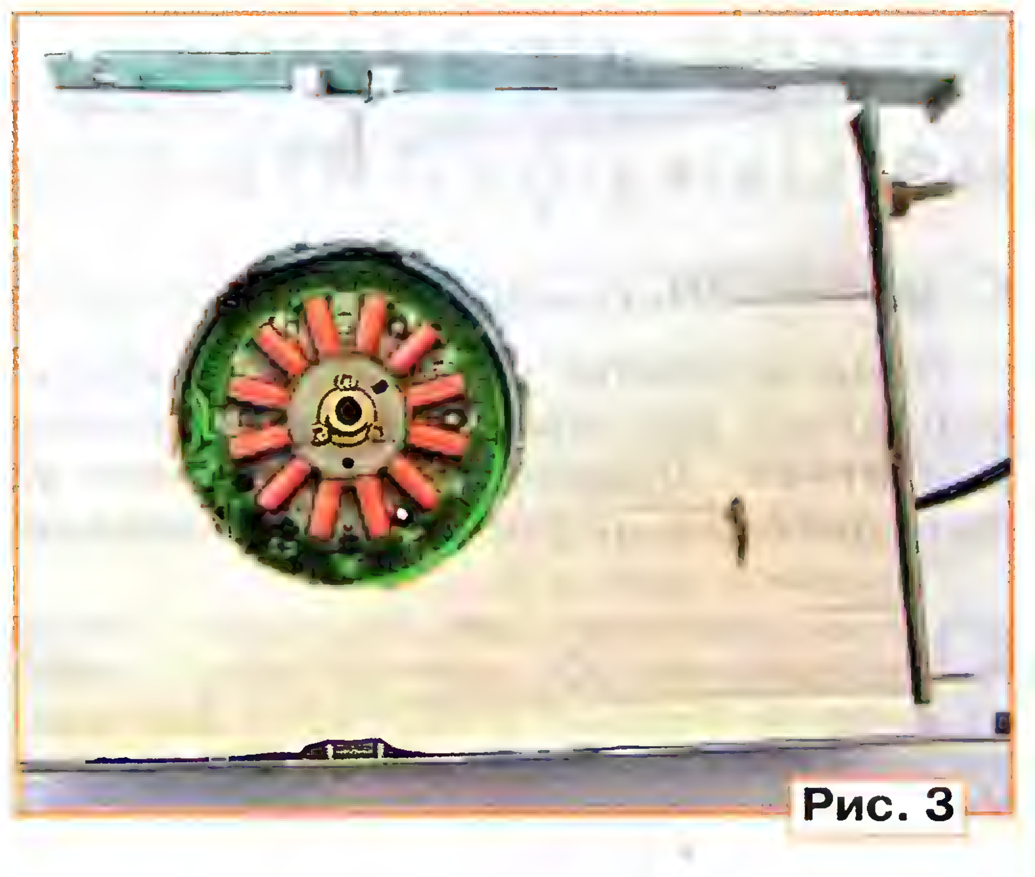


Рис. 3

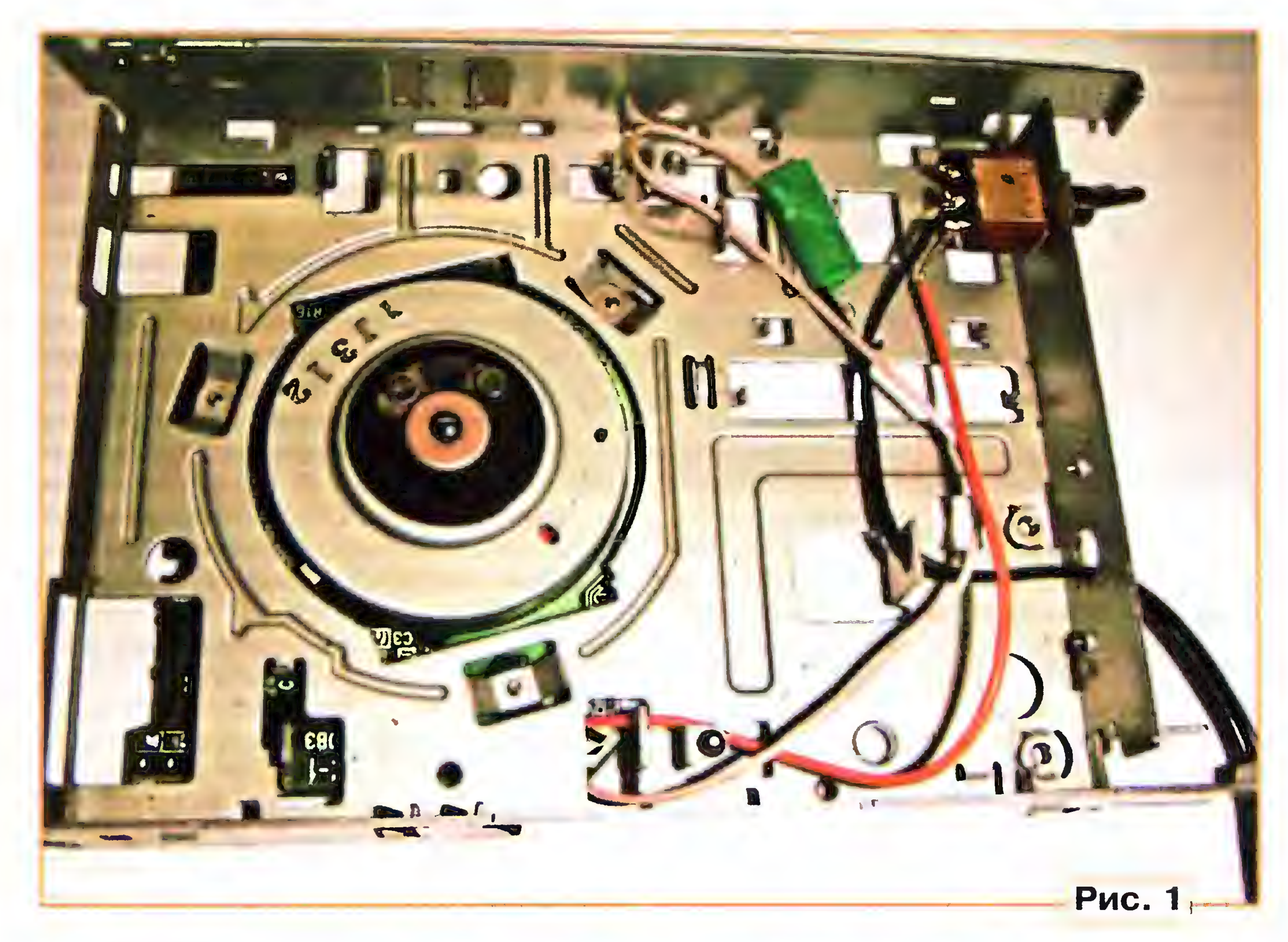


Рис. 1

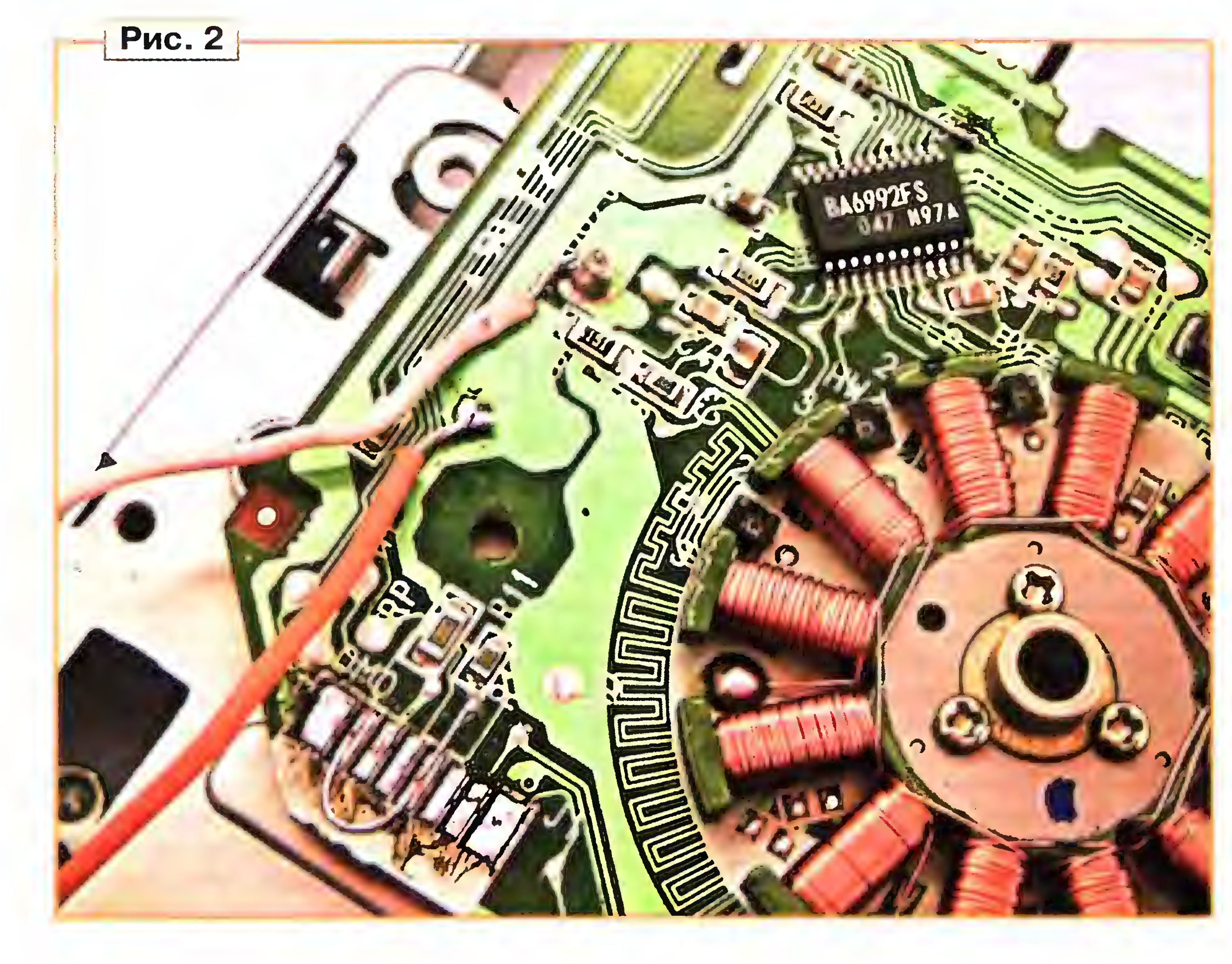


Рис. 2

В дисководе работой электродвигателя управляет специализированная микросхема BA6992FS с помощью датчиков, установленных на плате между катушками статора. Чтобы привод использовать в шлифовальном устройстве, необходимо плату временно отделить от шасси (**рис. 2**) и замкнуть проволочной перемычкой выводы 1 и 16 указанной микросхемы — они будут выполнять функцию общего (минусового) провода. Кроме этого, нужно соединить между собой выводы 13 и 19 микросхемы.

Плюсовой провод питания припаивают к печатному проводнику платы, соединённому с выводом 21. На плате, кстати, часто указывают необходимые обозначения ("GND" и "+5V"). В разрыв одного из проводов впаивают миниатюрный тумблер. После этого плату устанавливают на прежнее место. Тумблер крепят в удобном месте на одной из боковых стенок шасси.

Питать устройство можно от любого источника постоянного напряжения 5...9 В, потребляемый ток — около 350 мА.

Собранное устройство закрывают сверху защитной пластиной из тонкого пластика или в крайнем случае листом плотной бумаги (**рис. 3**), предварительно прорезав отверстие для ротора электродвигателя. На ротор снаружи следует клеем или винтами прикрепить жёсткую планшайбу, на которой можно будет устанавливать сменные диски с наждачной бумагой разной зернистости, с тканью или фетровой накладкой для полирования, покрытыми пастой ГОИ.

В некоторых дисководах на плате установлены управляющие микросхемы BA6992FP, BA6995FP. Их подключение не отличается от указанного выше

Для проверки нагрузочной способности готового устройства я принудительно останавливал ротор включённого электродвигателя на 10...15 мин. Оказалось, что нагревание его обмоток и микросхемы существенно меньше предельно допустимого (+85 °С). Поэтому рабочее напряжение устройства можно без опасения регулировать в пределах 5...9 В в зависимости от характера выполняемой работы.

Кодовый замок на микроконтроллере

С. ШИШКИН, г. Саров Нижегородской обл.

Предлагаемое устройство собрано на микроконтроллере и управляет дверным замком на основе соленоида или электродвигателя. Применено кнопочное управление, а информация выводится на цифровые светодиодные индикаторы.

Основа устройства (**рис. 1**) — микроконтроллер DD1, рабочая частота которого задаётся генератором с внешним кварцевым резонатором ZQ1. Информация выводится на три цифровых семиэлементных индикатора HG1—HG3 и один шкальный HL1. В устройстве применена динамическая индикация. Питающее напряжение на аноды индикаторов HG1—HG3 поступает через электронные ключи, собранные на транзисторах VT1—VT5, управление которыми осуществляет микроконтроллер DD1 сигналами с линий порта PD0—PD4.

Управление элементами индикаторов HG1—HG3 осуществляют линии порта PC0—PC7, резисторы R7—R14 — токоограничивающие. Кроме того, эти же линии порта использованы для ввода информации от кнопок управления SB1—SB8. Шкальный индикатор HL1 подключён к линиям порта PB0—PB3, резисторы R3—R6 также токоограничивающие. Питается устройство от внешнего стабилизированного источника питания напряжением +5 В. Конденсаторы C3, C4 фильтруют питающее напряжение. Управляющий сигнал на исполнительный механизм замка поступает на вилку XP2.

Кнопки SB1—SB7, обозначенные цифрами от "1" до "7", предназначены для ввода "секретного" кода, который состоит из четырёх цифр от 1 до 7. Последовательным нажатием на кнопку SB8 "Р" ("Режим") задают один из трёх режимов работы: "№ 1", "№ 2", "№ 3". После режима "№ 3" снова включается режим "№ 1". Режимы работы индицирует шкальный индикатор HL1, содержащий четыре элемента. Первый элемент индикатора HL1 включён в режиме "№ 1", второй — в режиме "№ 2" и третий — в режиме "№ 3".

Сдвоенные цифровые индикаторы HG1 и HG2 образуют четырёхразрядное табло, на котором индицируется вводимый код. Цифровой индикатор HG3 индицирует символы "3" (закрыто) при закрытом замке и "О" (открыто) при открытом замке. Чтобы индикатор HG3 выделялся на фоне индикаторов HG1, HG2, его размеры должны быть меньше индикаторов табло. Переключателем SA1 задают режим отображения кода на табло. В положении "1" (открытый режим) индицируются цифры, в положении "2" (скрытый режим) — символы "–".

Сразу после подачи питающего напряжения на входе RST (вывод 9) микроконтроллера DD1 с помощью RC-цепи R1C1 формируется сигнал сброса и устройство переходит в дежурный режим. В этом режиме ("№ 1") оно готово к вводу кода для открывания замка (если, конечно, он был предварительно записан в память микроконтроллера). Первый элемент индикатора HL1 включён (остальные элементы погашены), индикатор HG3 индицирует символ "3" (закрыто), а на табло выводится код 0000.

Кнопками SB1—SB7 набирают четырёхразрядный "секретный" код. После каждого нажатия микроконтроллер DD1 записывает введённую информацию в ОЗУ и начинает сверку введённого кода с записанным в EEPROM. Если код верен, микроконтроллер на пять секунд подаёт сигнал на исполнительный механизм открывания замка — включается четвёртый элемент индикатора HL1, при этом на индикаторе HG3 — символ "О", а на линии порта PD7 (вывод 21) устанавливается низкий уровень. По истечении этого времени четвёртый элемент индикатора HL1 выключается и на линии порта PD7 устанавливается высокий логический уровень. Табло индицирует код 0000, а индикатор HG3 — символ "3".

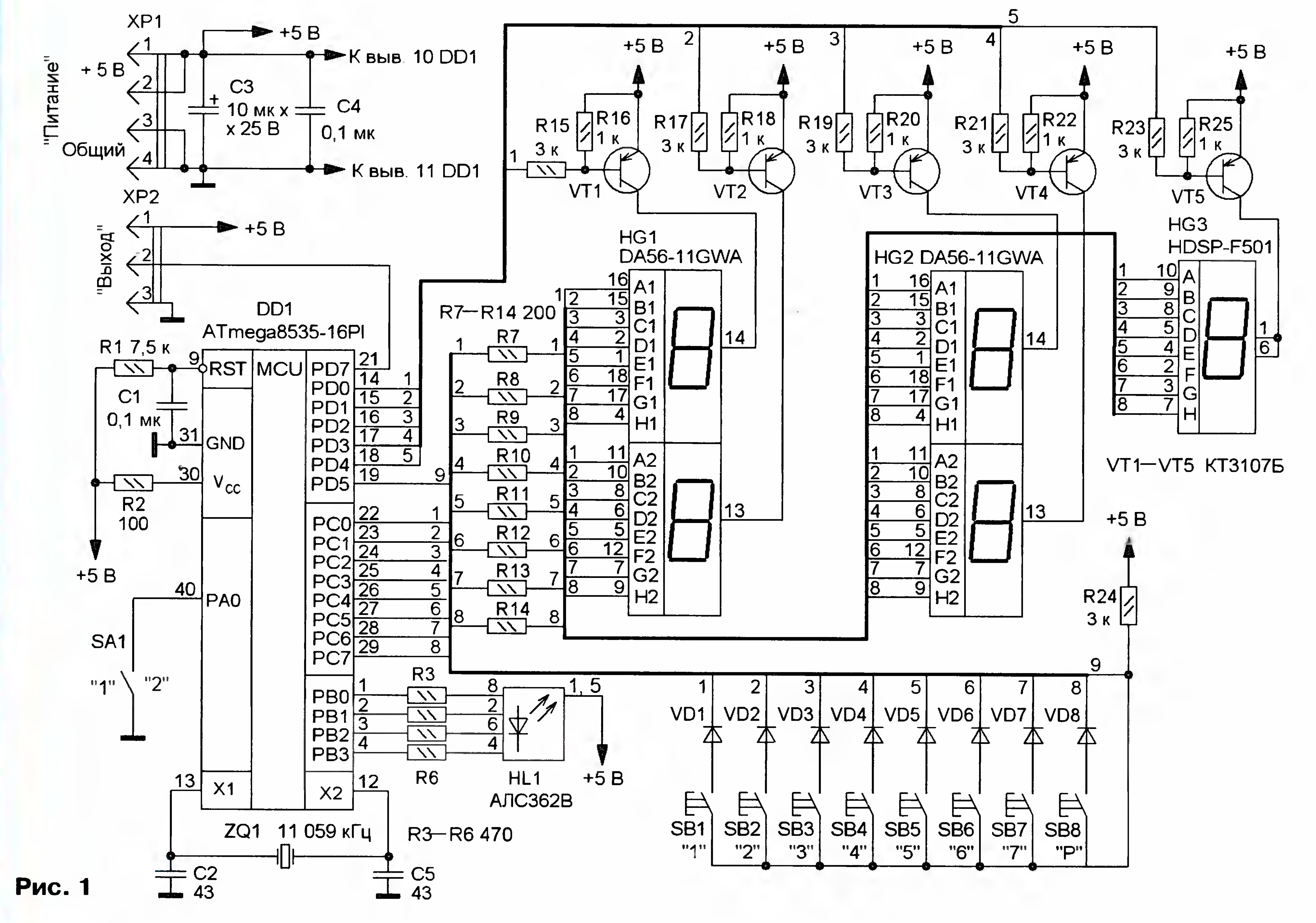


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-28-38

В режиме записи секретного кода (режим "№ 2") включён второй элемент индикатора HL1, на индикаторе HG3 — символ "3", а на табло — код 0000. Нажатием на кнопки SB1—SB7 устанавливают "секретный" код, который сразу отображается на табло. После набора нажатие на любую из кнопок SB1—SB7 приведёт к записи этого кода в память микроконтроллера, после чего на табло снова индицируется код 0000. В режиме проверки записанного кода (режим "№ 3") включается третий элемент индикатора HL1, индикатор HG3 индицирует символ "3", а "секретный" код выводится на табло. Понятно, что доступ к кнопке SB8 и переключателю SA1 должен быть ограничен.

Если исполнительный механизм замка — соленоид или электродвигатель с рабочим напряжением 12 В, его подключают к вилке XP2 устройства через согласующий узел, схема которого показана на **рис. 2**. При появлении сигнала открывания замка — низкого уровня на линии порта PD7 — транзисторы согласующего узла откроются и питающее напряжение поступит на исполнительный механизм. Диод VD1 защищает полевой транзистор VT2 от пробоя ЭДС самоиндукции, возникающей при закрывании транзистора VT2. Для исполнительного механизма, питающегося от сети 220 В, схема согласующего узла показана на **рис. 3**. Оно построено на базе твердотельного реле S202TO2, которое обеспечивает гальваническую развязку устройства от сети.

Рис. 2

Рис. 3

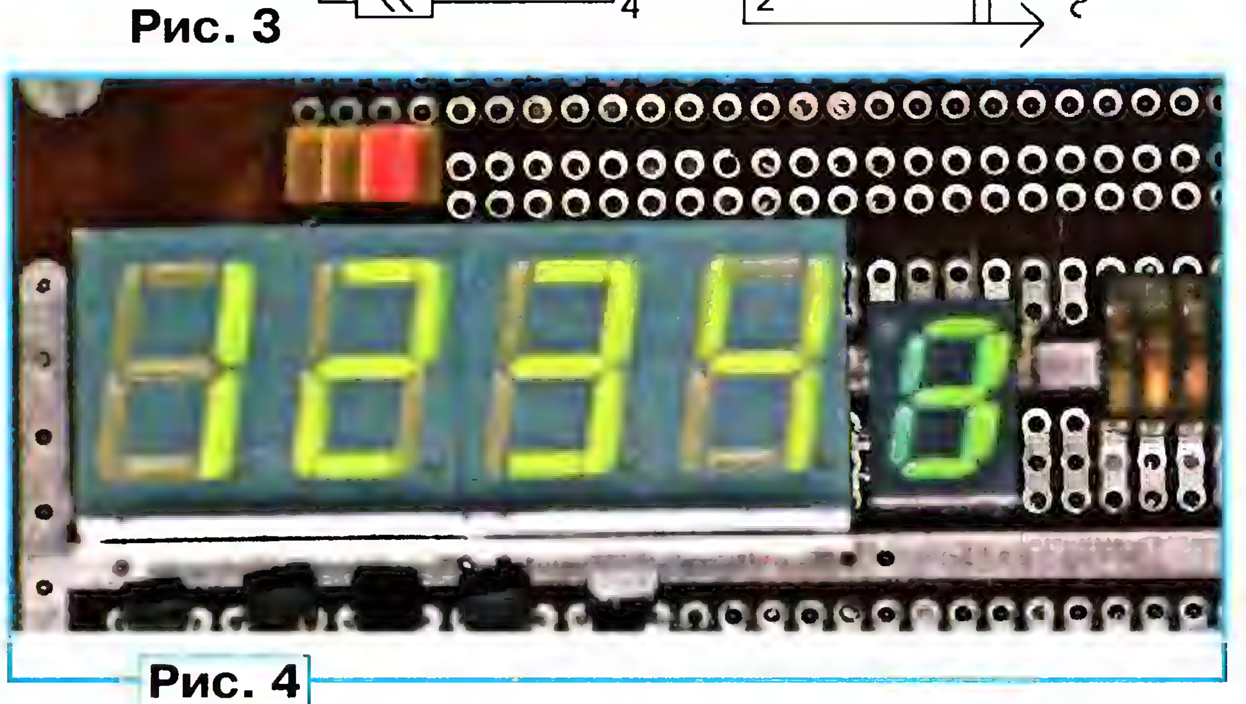


Рис. 4

Программное обеспечение микроконтроллера разработано в среде AVR Studio и занимает объём памяти около 1,2 кбайт. В программе использованы два прерывания: **Reset** и прерывание таймера **T0**, обработчик которого начинается с метки TIM0. При переходе на метку Reset инициализируются стек, таймер, порты, а также флаги и переменные, используемые в программе. Таймер T0 генерирует прерывания по переполнению (в регистре TIMSK установлен бит TOIE0). Коэффициент предварительного деления тактовой частоты таймера установлен равным 64 (в регистр TCCR0 записано число 3).

В обработчике прерывания таймера T0 осуществляются процедура опроса состояния контактов кнопок SB1—SB8, работа динамической индикации, запись "секретного" кода в EEPROM и его чтение, перекодировка двоичного числа в код для отображения информации на семиэлементных индикаторах устройства, а также формируется временной интервал длительностью пять секунд, необходимый для включения исполнительного механизма замка — соленоида или электродвигателя.

Применены резисторы С2-33Н, МЛТ, оксидный конденсатор — К50-35 или импортный, остальные — К10-17, причём C4 следует установить как можно ближе к выводам питания микроконтроллера. Шкальный индикатор АЛС362В можно заменить отдельными светодиодами, например АЛ307БМ, объединив их аноды и подключив катоды к резисторам R3—R6. Кнопки можно применить любые малогабаритные с самовозвратом, например DTST-6. Выключатель также может быть любым, в том числе и кнопочным, с переключением повторным нажатием. Сдвоенный индикатор DA56-11GWA заменим двумя одиночными с общим анодом, например АЛС321Б. В этом случае следует соединить все одноимённые выводы элементов, а выводы анодов подключить к коллекторам соответствующих транзисторов.

Большинство деталей устройства смонтированы на макетной печатной плате с применением проводного монтажа. Кнопки SB1—SB7 монтируются на внешней стороне двери, при этом соединительные провода должны быть минимально возможной длины. На **рис. 4** показан фрагмент платы с цифровыми индикаторами. Устройство находится в режиме "№ 3" (проверка записанного кода), включён третий элемент индикатора HL1, индикатор HG3 индицирует символ "3", а на табло — "секретный" код. Устройство налаживания не требует.

***От редакции**. Текст и коды программы микроконтроллера находятся на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/10/codzam.zip**>.*

Устройство контроля радиоактивных дымов

Ю. ВИНОГРАДОВ, г. Москва

В отличие от радиационных полей, созданных внешними источниками, радиоактивный дым состоит из самих этих источников: значительная часть радионуклидов, содержащихся в древесине, торфе, в поверхностных слоях почвы и др., при пожаре обращается в свободно перемещающееся облако мельчайших радиоактивных частиц. И хотя внешне такое облако может никак себя не проявлять (его излучение маскируется естественным радиационным фоном), опасность состоит в том, что, сближаясь вплотную с лёгочной тканью, каждая его частица способна нанести ей такие повреждения, какие могут возникнуть лишь при мощном внешнем облучении.

Классический способ обнаружения радиоактивных дымов состоит в прокачивании значительных объёмов воздуха через накапливающий фильтр. Концентрируясь на нём, радиоактивные частицы создают поле, которое может быть зарегистрировано даже бытовым дозиметром. Подобная техника описана в [1].

Но достаточно активная частица может быть обнаружена и непосредственно: при сближении со счётчиком Гейгера она обязательно "отметится" компактной "пачкой" импульсов. Этот принцип положен в основу предлагаемого устройства, схема которого показана на **рис. 1**. Оно содержит два одновибратора (на элементах DD1.1, DD1.2 и DD2.2, DD2.4), мультивибратор (DD1.3, DD1.4), два инвертора (DD2.1, DD2.3), счётчик-дешифратор DD3 и электронный ключ на полевом транзисторе VT1, управляющий работой активного (с встроенным генератором ЗЧ) пьезоэлектрического звукоизлучателя HA1.

На вход устройства поступают импульсы отрицательной полярности с анода счётчика Гейгера СБМ20. Постоянная времени одновибратора, собранного на элементах DD1.1 и DD1.2, близка к так называемому "мёртвому" времени счётчика (время его нечувствительности после срабатывания; у

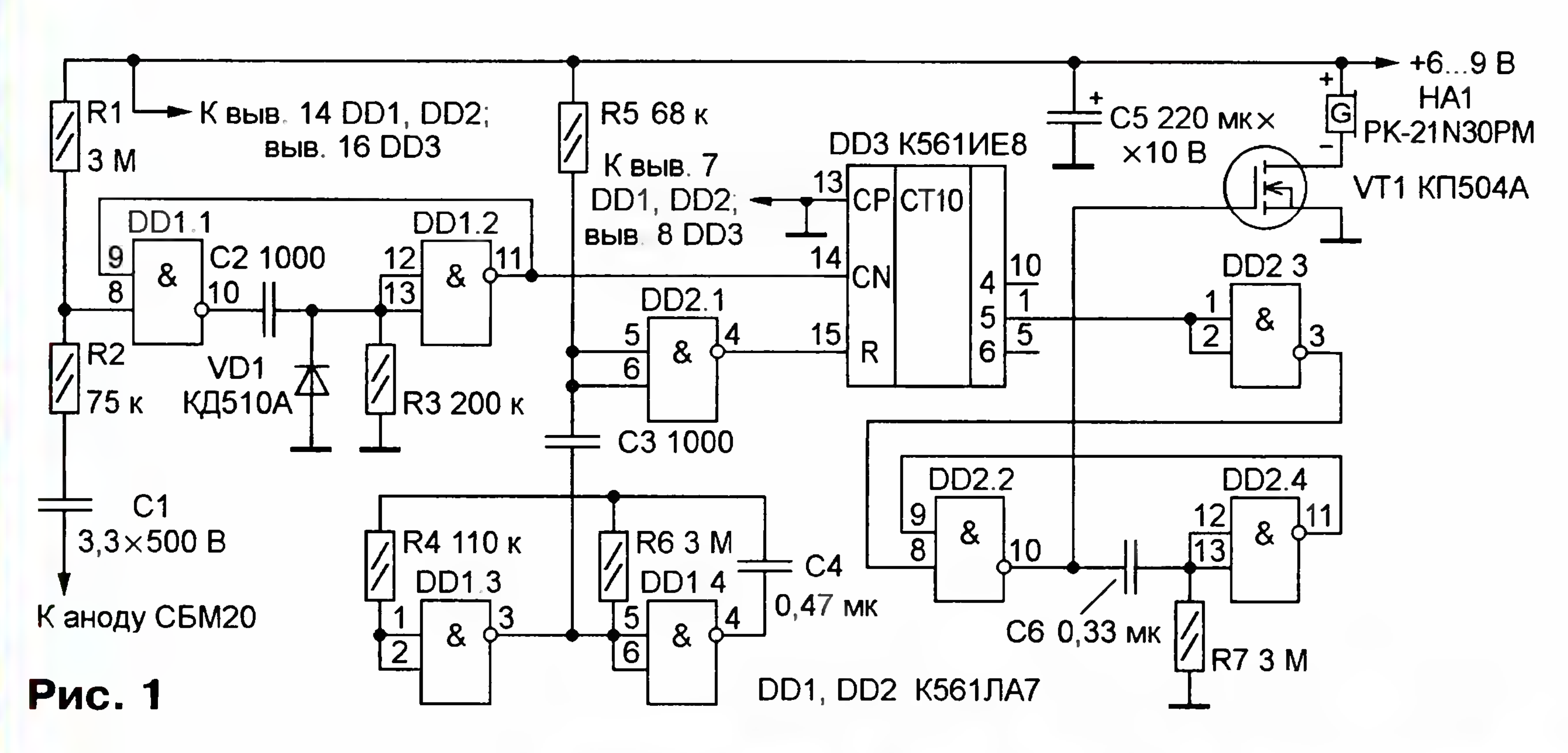


Рис. 1

СБМ20 — 0,19 мс). Длительность импульса одновибратора приблизительно равна 0,7C2R3 (при указанных на схеме номиналах элементов — около 0,14 мс).

Время, отведённое для работы счётчика DD3 в режиме накопления, — $T_{изм}$ — задаёт мультивибратор на элементах DD1.3 и DD1.4. Период следования его импульсов $T_{изм} \approx 1{,}4C4R6 \approx 2$ с. Каждый спад напряжения на выходе DD1.3 преобразуется в короткий (примерно 0,05 мс) импульс на входе R счётчика DD3, который возвращает его в исходное (нулевое) состояние.

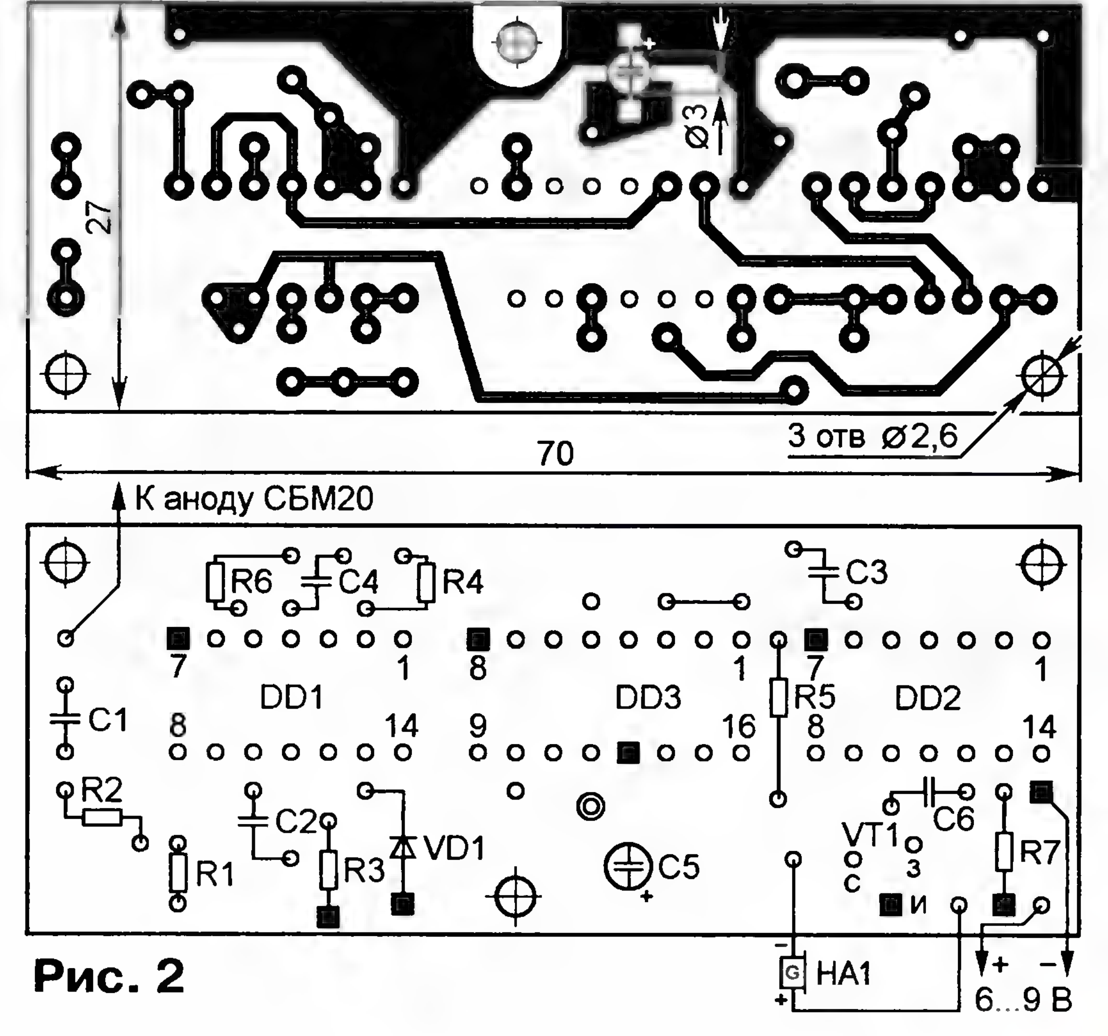


Рис. 2

Число импульсов в "пачке" $N_{имп}$, на которое должно реагировать устройство, задают подключением объединённых входов элемента DD2.3 к соответствующему выходу счётчика DD3 (здесь это — выход 5). Напряжение высокого уровня (лог. 1) возникает на нём лишь в том случае, если принятая "пачка" состоит из пяти импульсов. Высокий уровень запускает одновибратор на элементах DD2.2 и DD2.4, и он формирует импульс длительностью приблизительно $0{,}7C6R7 \approx \approx 0{,}7$ с. В результате открывается транзистор VT1 и включённый в его стоковую цепь звукоизлучатель HA1 сигнализирует о появлении тревожной "пачки" импульсов.

Детали устройства монтируют на печатной плате (**рис. 2**), изготовленной из фольгированного с обеих сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Фольга на стороне деталей используется в качестве общего провода. С печатным проводником на противоположной стороне платы её соединяют проволочной перемычкой, пропущенной через отверстие, показанное на чертеже двумя концентрическими окружностями. Во избежание замыканий с выводами деталей фольгу вокруг отверстий под них (в виде концентрических кружков диаметром 2...2,5 мм) удаляют травлением. Защитный поясок шириной 1...1,5 мм необходимо предусмотреть и вокруг отверстия под выводы оксидного конденсатора C5. Места пайки выводов деталей к фольге показаны чёрными квадратами (подлежащие соединению с общим проводом выводы микросхем предварительно изгибают). Отверстия диаметром 2,6 мм предназначены для винтов крепления платы.

Все резисторы — МЛТ, С2-33 или им подобные, конденсатор C1 — КД-2 (любой группы по ТКЕ, кроме H70 и H90) или другой высоковольтный, C5 — оксидный импортный, остальные — любые керамические (КМ, К10-17 и т. п.). Транзистор КП504А заменим любым другим этой серии, звукоизлучатель РК-21N30РМ — любым пьезоэлектрическим с встроенным генератором ЗЧ, способным работать при напряжении питания 6...9 В. Завершив монтаж, сторону печатных проводников необходимо тщательно очистить от следов флюса и покрыть влагозащитным лаком.

Устройство, выполненное в виде приставки к дозиметру, питают от его батареи. Если же оно изготавливается как самостоятельный прибор, помимо счётчика СБМ20 и батареи питания, понадобится ещё и необходимый для работы счётчика высоковольтный преобразователь напряжения, собранный, например, по схеме, приведённой в [2].

Очевидно, что переход устройства в режим тревожной сигнализации зависит как от времени $T_{изм}$, так и от числа импульсов $N_{имп}$ в тревожной "пачке" (т. е. от используемого выхода счётчика DD3). Однако характер естественного радиационного фона таков, что любое установленное $N_{имп}$ может быть достигнуто и без появления "надфонового" источника ионизирующей радиации. Правда, чем больше $N_{имп}$, тем такое статистическое "сжатие" фонового излучения менее вероятно. Эксперимент показал, что если при $T_{изм}$ = 3 с и $N_{имп}$ = 4 (входы инвертора DD2.3 соединены с выводом 10 DD3) устройство выходило в режим тревожной сигнализации в среднем один раз в 3,5 мин, то при $N_{имп}$ = 5 (задействован вывод 1 DD3) этот интервал увеличивался до 16 мин, а при $N_{имп}$ = 6 (задействован вывод 5) достигал нескольких часов.

На редкое появление тревожных сигналов можно не обращать внимания (они лишь сигнализируют о том, что аппарат работает). Однако существенное повышение частоты подачи тревожных сигналов является признаком того, что поблизости появился источник ионизирующей радиации. Это может быть и поток радиоактивных частиц дыма.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Виноградов Ю.** Контролируем радон. — Радио, 2001, № 1, с. 27, 28.

2. **Виноградов Ю.** Индикатор "Сторож-Р". — Радио, 1994, № 1, с. 12—14.

ОБМЕН ОПЫТОМ

Усовершенствование дубликатора стоп-сигнала

М. ШИНКАРКИН, г. Москва

В "Радио", 2001, № 9 на с. 56 была опубликована статья А. Левашова "Дополнительный стоп-сигнал для автомобиля". В ней автор описал простое устройство, устанавливаемое на автомобиле и включающееся одновременно с лампами стоп-сигнала. Нагрузкой устройства служат шесть пар светодиодов КИПД35В-К, смонтированных в виде линейки за задним стеклом салона и реализующих динамический световой эффект "бегущие огни".

Я собрал это устройство несколько лет назад точно по описанию в журнале. Работает оно отлично, но яркость свечения светодиодов оказалась, на мой взгляд, недостаточной. Если солнечным днём свечения не видно, это не беда, но его и ночью видно только с близкой дистанции, особенно если стекло запотевает или покрывается грязью после дождя.

Я пытался повысить яркость уменьшением с 820 до 300 Ом сопротивления токоограничительного резистора R8. Несмотря на резкое увеличение тока через светодиоды, яркость их свечения увеличилась незначительно.

Проблему удалось решить заменой светодиодов КИПД35В-К сверхъяркими автомобильными двенадцативольтными красного цвета свечения. Токоограничительный резистор R8 я также заменил на другой сопротивлением 20 Ом мощностью 2 Вт. При работе ни транзисторы, ни светодиоды заметно не нагреваются.

Дисковый телефон с тоновым набором номера

С. ПАРАДЕЕВ, г. Екатеринбург

Предлагаемая статья предназначена для владельцев антикварных телефонных аппаратов, которые хотят продолжать ими пользоваться, но не желают мириться с ограниченными функциональными возможностями. Автор статьи поделился успешным опытом соединения дискового номеронабирателя с микросхемой тонового набора номера. Напоминаем, что подобные устройства без сертификации в органах связи нельзя подключать к телефонным линиям общего пользования.

Есть что-то магическое в старых телефонах. Тяжёлый чёрный карболитовый корпус, характерный звонок, извлекаемый из металлических чашек, крутящийся диск. Именно такая вещь приобретена на блошином рынке как элемент интерьера середины прошлого века (**рис. 1**). Аппарат оказался полностью работоспособным, хорошо сохранился и прекрасно вписался в обстановку. Идея доработки аппарата возникла, когда потребовалось позвонить приятелю на работу. Приятный женский голос автоответчика сообщил: "Для соединения с отделом продаж нажмите 1, с бухгалтерией — 2..." Естественно, для соединения с таким абонентом телефон должен работать в тоновом режиме. Предлагаемая статья, наверное, будет интересна владельцам старых дисковых телефонов, для которых замена аппарата современным кнопочным по каким-либо причинам нежелательна.



Рис. 1

Схема доработанного телефона представлена на **рис. 2**. Из старых элементов остались конденсатор C1, звонок HA1 и дисковый номеронабиратель, подключенный к разъёму X2 так, что его нормально замкнутые контакты соединены с выводами 1 и 2 разъёма, а нормально разомкнутые — с выводами 2 и 3. Рычаг трубки управляет переключателем SA1, который показан в состоянии, когда трубка положена.

Преобразование набранного на диске номера в DTMF-сигнал осуществляют микроконтроллер DD1 и DTMF-номеронабиратель с параллельным вводом информации DD2. Выбор микроконтроллера из серии MSP430 обусловлен его крайне низким энергопотреблением. В активном режиме от напряжения питания 2,7 В микросхема потребляет ток менее 200 мкА [1] и не шунтирует разговорный узел, в результате чего повышается качество связи. Тактируется микроконтроллер частотой около 800 кГц от внутреннего генератора. Питание микросхем DD1 и DD2 осуществляется от параметрического стабилизатора на VD3 через цепь R5VD2. Трёхпроводной номеронабиратель подключён к портам P2.0 и P2.1 микроконтроллера DD1, управляющая программа постоянно проверяет их после окончания очередного вращения диска и вычисляет 4-битный код набранной цифры, который далее подаётся в DTMF-генератор DD2 для последующей передачи тоновой посылки в телефонную линию. Для исключения попадания помех в телефонную линию во время набора и посылки номера микрофон BM1 трубки шунтируется диодом VD4, который открыт сигналом низкого уровня с порта P1.4. Разговорный узел телефона собран по типовой электронной бестрансформаторной схеме с электретным микрофоном [2]. На транзисторе VT1 выполнен усилитель звукового сигнала микрофона и тонального сигнала с выхода микросхемы DD2, а на VT2 и VT3 — усилитель телефонного капсюля BF1 трубки. Стабилитрон VD5 обеспечивает питание усилителя капсюля. Резистор R13 задаёт режим тока питания электретного микрофона BM1 трубки.

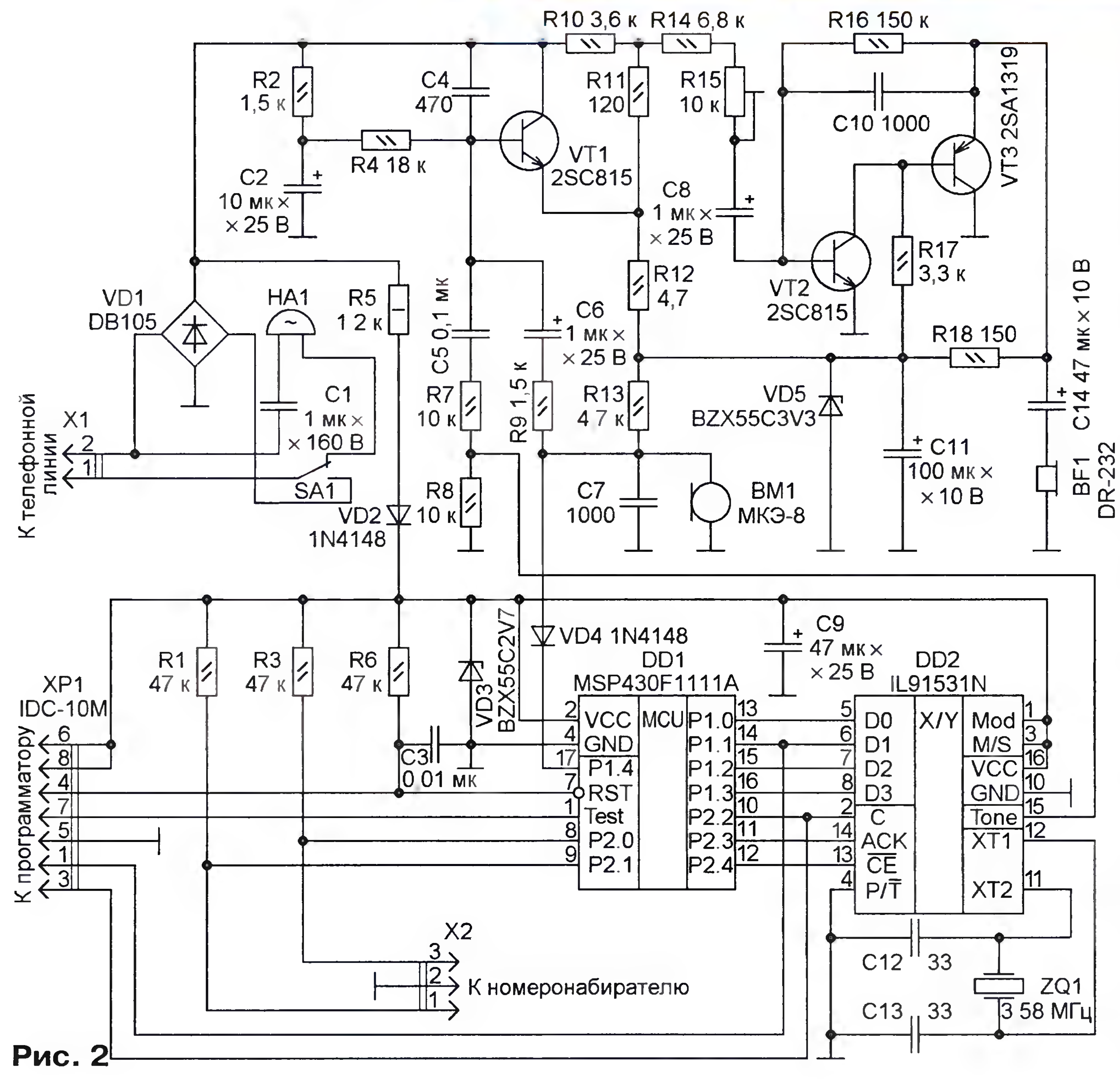


Рис. 2

Устройство собрано на универсальной макетной плате. Её фото со стороны деталей показано на **рис. 3**, со стороны проводников — на **рис. 4**. Плата смонтирована на металлическом основании аппарата, как показано на фото (**рис. 5**). Все резисторы имеют допуск 5 %. Стабилитроны VD3 и VD5 — номинальной мощности 0,5 Вт из серии BZX55C. Конденсаторы C2, C6, C8, C9, C11. C14 — оксидные миниатюрные танталовые или алюминиевые, C4, C7, C10, C12, C13 — керамиче-

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

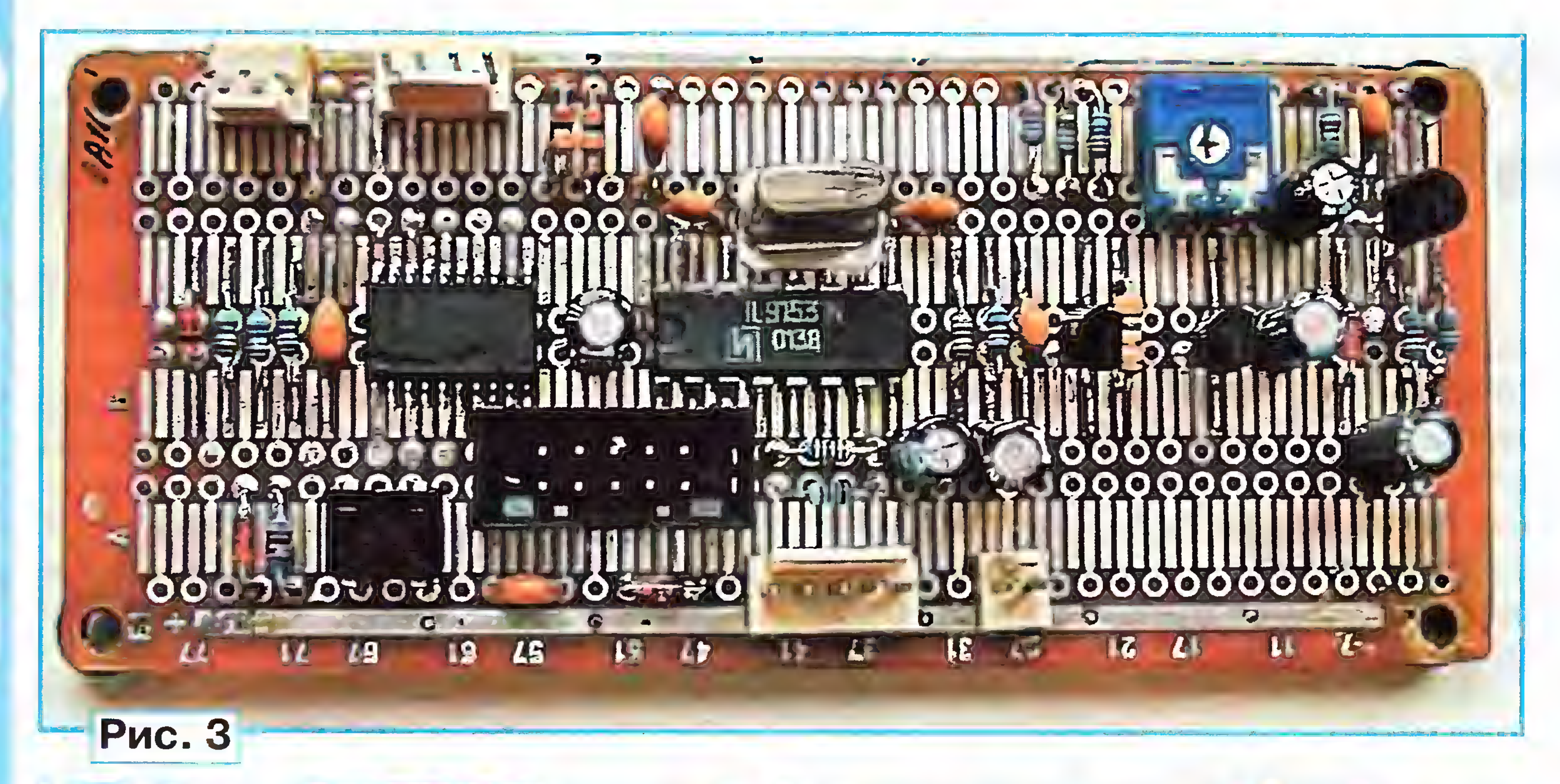


Рис. 3



Рис. 4

Рис. 5

ские, C3 и C5 — плёночные с номинальным напряжением 50 В. Показанные на рис. 2 разъёмы X1 и X2 — WF-2 и WF-3 соответственно.

На плату устанавливают все детали, кроме стабилитрона VD3. Затем записывают в память микроконтроллера управляющую программу. Микросхему DD1 программируют уже будучи запаянной в плату с использованием технологии BSL (Boot Strap Loader). Для этого предусмотрен разъём XP1, к которому подключают BSL-программатор. Схема несложного в изготовлении программатора, разработанная автором, приведена на **рис. 6**. Программатор — простой преобразователь уровней интерфейса RS232 в логические уровни 3 В. Бесплатная утилита MSPFET для персонального компьютера под Windows, работающая с BSL-программатором, размещена по адресу [3].

Методика программирования такова. Вместо стабилитрона VD3 подключают внешний источник питания напряжением 3...3,6 В (плюсом — к выводу VCC микросхем, минусом — к общему проводу). Он необходим для питания микроконтроллера в режиме программирования и самого программатора. В частности, такой источник может быть составлен из двух последовательно соединённых гальванических элементов напряжением 1,5 В. Затем к разъёму XP1 подключают программатор. Другой разъём программатора подключается к COM-порту персонального компьютера. Далее утилитой MSPFET программу записывают в микроконтроллер. После отключения внешнего источника и программатора устанавливают стабилитрон VD3.

Готовую плату с запрограммированным микроконтроллером монтируют в телефонный аппарат. Разговорный узел налаживают без подключения к телефонной линии. Для этого нужны другой заведомо исправный телефонный аппарат и устройство, позволяющее соединить два телефона в режиме разговора, например, простой имитатор АТС, описанный в [4]. При снятых трубках обоих аппаратов перемещением движка подстроечного резистора R15 устанавливают громкость звучания капсюля BF1. Подбором резистора R11 добиваются минимального "местного эффекта" в налаживаемом аппарате при сохранении хорошей слышимости в другом аппарате.

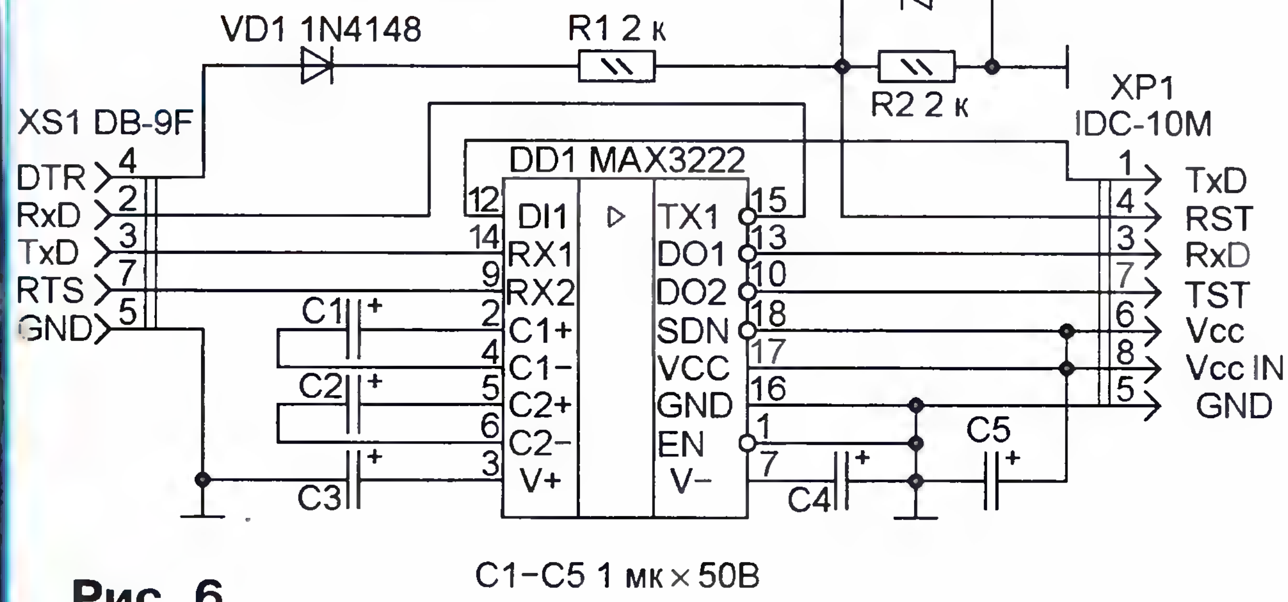


Рис. 6

ЛИТЕРАТУРА

1. Семейство микроконтроллеров MSP430x1XX: Руководство пользователя Пер. с англ. — М.: Компэл, 2004.

2. **Кизлюк А. И.** Справочник по устройству и ремонту телефонных аппаратов отечественного и зарубежного производства. — М.: Библион, 1997.

3. MSPFET — FREE MSP430 flash programming utility. — <**http://kurt.on.ufanet.ru**>.

4. **Евсиков М.** Факсимильный аппарат — принтер и сканер. — Радио, 2002, № 2, с. 39.

***От редакции**. Программа микроконтроллера находится на нашем FTP-сервере по адресу: <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/10/tontel.zip**>.*

Напоминаем, что любой прибор, подключаемый к телефонной линии общего пользования, должен быть сертифицирован в органах связи.



Пусковое реле для асинхронного электродвигателя

К. СУББОТИН, г. Кузнецк Пензенской обл.

Хочу поделиться своим опытом по изготовлению пускового реле для асинхронных электродвигателей, в том числе трёхфазных, питаемых от однофазной сети. Надеюсь, это кому-нибудь пригодится.

Чтобы обеспечить работу такого двигателя, используют фазосдвигающий конденсатор. Причём его ёмкость при пуске двигателя должна быть в четыре раза больше, чем во время работы. Поэтому на время запуска (1...3 с) параллельно рабочему конденсатору подключают пусковой соответствующей ёмкости.

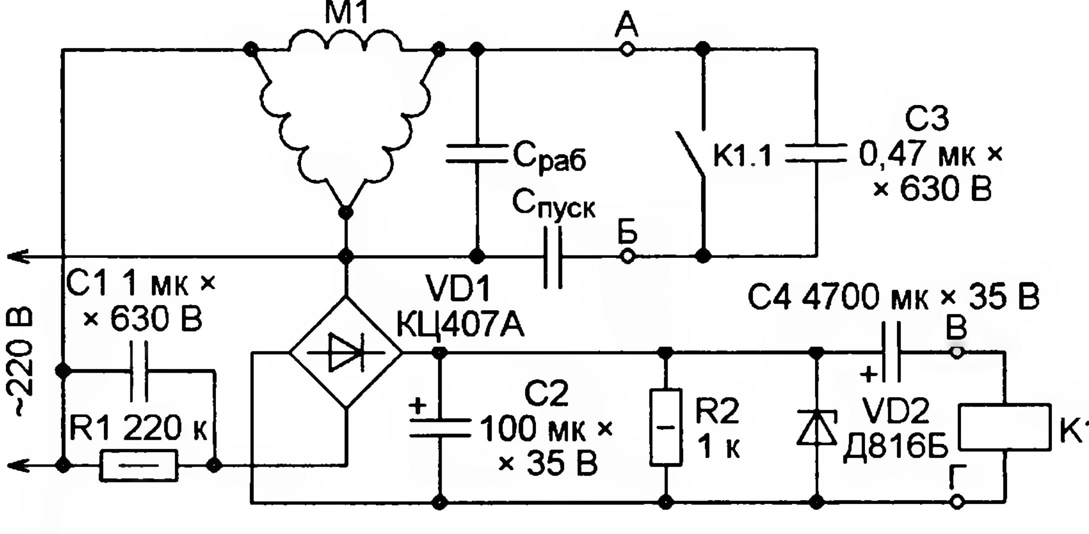


Рис. 1

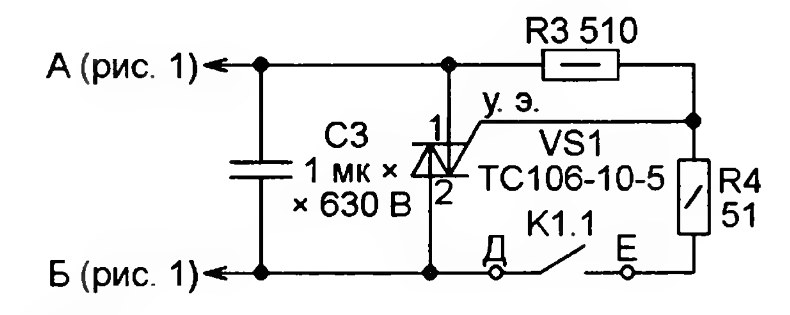


Рис. 2

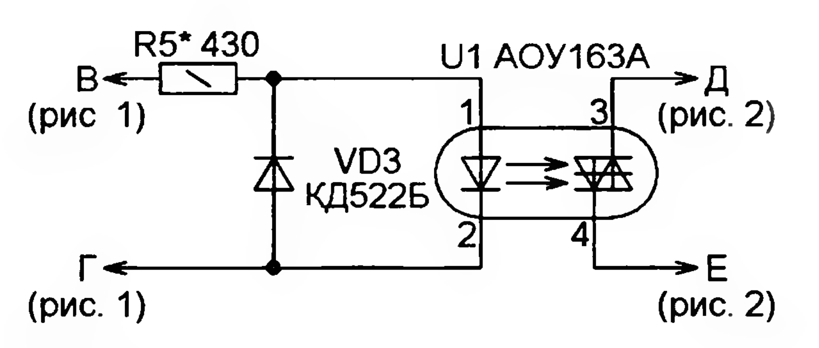


Рис. 3

Самый простой способ подключать пусковой конденсатор — применить кнопочный выключатель с дополнительными контактами, которые замкнуты только во время удержания кнопки "Пуск" нажатой. Основные контакты выключателя также замыкаются в момент нажатия на кнопку "Пуск", а чтобы разомкнуть их, требуется нажать на кнопку "Стоп".

Такое решение (оно использовалось в старых стиральных машинах) возможно лишь при ручном управлении двигателем. Но иногда его необходимо запускать дистанционно, лишь подавая питающее напряжение. В таких случаях не обойтись без пускового реле, подключающего дополнительный конденсатор при подаче сетевого напряжения, а через заданное время отключающее его.

Возможная схема включения двигателя с таким реле показана на **рис. 1**. При подключении его к сети 220 В на выходе выпрямителя, собранного на диодном мосте VD1, появляется постоянное напряжение. Начинается зарядка конденсатора C4. Его зарядного тока достаточно для срабатывания электромагнитного реле K1. Своими замкнувшимися контактами оно подключает параллельно рабочему фазосдвигающему конденсатору $C_{раб}$ электродвигателя M1 пусковой конденсатор $C_{пуск}$. Конденсатор C3 — искрогасящий.

По мере зарядки конденсатора C4 ток через обмотку реле K1 уменьшается и через некоторое время достигает тока отпускания. Контакты реле размыкаются и отключают от двигателя пусковой конденсатор. Таким образом, время, на которое подключается пусковой конденсатор, зависит от свойств реле K1 и тем больше, чем больше ёмкость конденсатора C4. Повторный пуск двигателя возможен после отключения устройства от сети на время, достаточное для разрядки конденсаторов C2 и C4 через резистор R2.

Ёмкость конденсатора C1 выбирают исходя из тока срабатывания реле, с некоторым запасом. Ориентировочно — 1 мкФ ёмкости на каждые 50 мА тока. Конденсатор должен быть рассчитан на продолжительную работу при переменном напряжении 220 В, 50 Гц. Подойдёт, например, К73-17 на постоянное напряжение 630 В. Нужную ёмкость можно получить параллельным соединением нескольких конденсаторов.

Реле K1 должно иметь напряжение срабатывания, не превышающее напряжение стабилизации стабилитрона VD2 (27 В для указанного на схеме Д816Б). Его контакты должны быть рассчитаны на коммутацию напряжения не менее 350 В и тока, в два раза превышающего пусковой ток двигателя. Если имеется несколько подходящих реле, выбирайте то, у которого разность значений напряжения (тока) срабатывания и отпускания больше.

Если контакты имеющегося реле недостаточно мощные, подключать пусковой конденсатор к двигателю можно с помощью симисторного узла, собранного по схеме, изображённой на **рис. 2**. Его подключают к точкам А и Б исходной схемы вместо показанных там контактов реле и конденсатора C3. Симистор VS1 выбирают исходя из коммутируемого напряжения и тока. Контакты K1.1 теперь включены в цепь управляющего электрода симистора, где ток очень мал.

Чтобы вообще отказаться от электромагнитного реле, его можно заменить симисторным оптроном по схеме, приведённой на **рис. 3**. Входную цепь оптрона подключают к точкам В и Г (см. рис. 1) вместо обмотки реле K1 с обязательным соблюдением полярности, а выходную — к точкам Д и Е (см. рис. 2) вместо контактов K1.1. Диод VD3 защищает излучающий диод оптрона от обратного напряжения, приложенного к нему при разрядке конденсатора C4.

Можно обойтись и без показанного на рис. 2 симистора, если воспользоваться не маломощным оптроном, а оптосимистором, либо специальным электронным реле достаточной для непосредственной коммутации конденсаторов мощности. К сожалению, такие приборы довольно дороги.

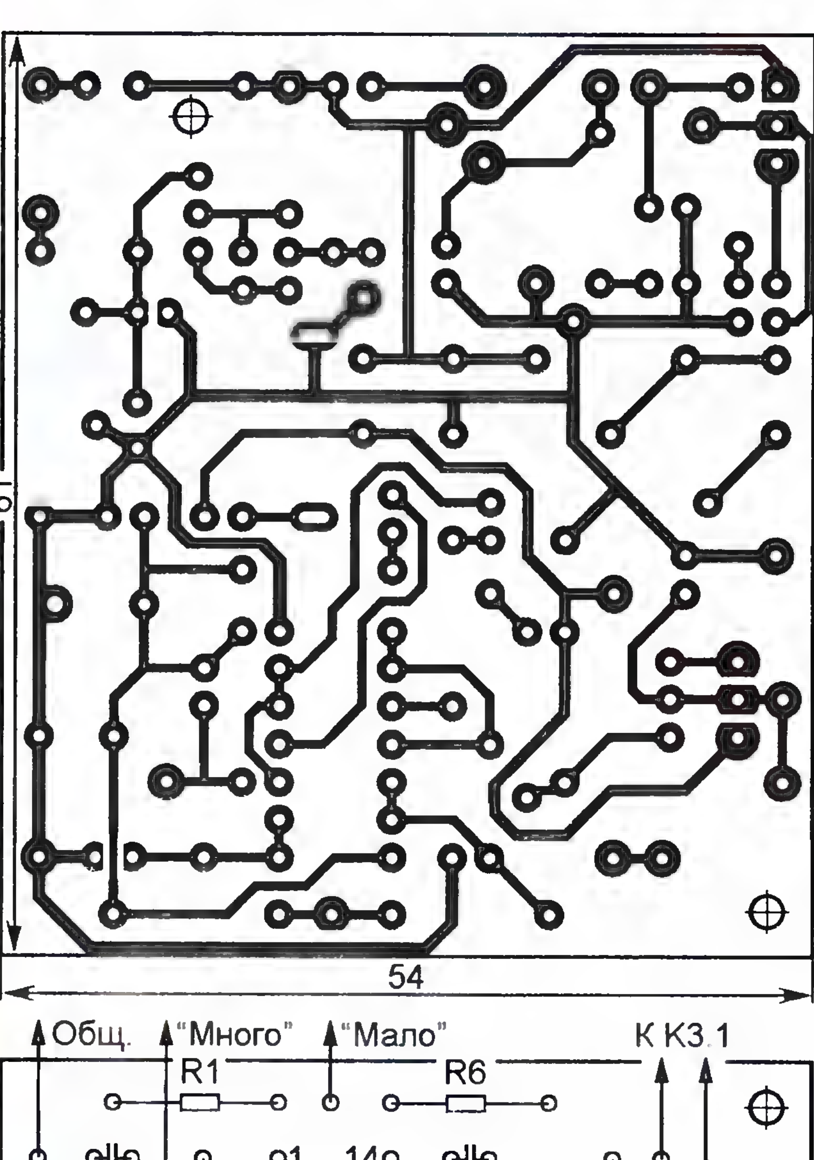
***От редакции**. Последовательно с конденсатором C1 целесообразно включить резистор сопротивлением 51...82 Ом мощностью 0,5 Вт. Он ограничит импульс тока через диоды выпрямителя при подключении устройства к сети.*

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

МАРКОВ А. Автомат поливает огород. — Радио, 2004, № 6, с. 41, 42.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы изображён на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме реле и светодиодов. Постоянные резисторы — МЛТ, подстроечный — СП3-19а, конденсаторы С1, С4, С5, С7—С9 — оксидные серии ТК фирмы Jamicon, остальные — керамические К10-17. При компоновке платы признано целесообразным поменять элементы HL2 и R12 местами. Адреса "К К1", "К К2", "К К3" обозначают соединение с обмотками реле, а "К К2.1", "К К3.1" — с их контактами.



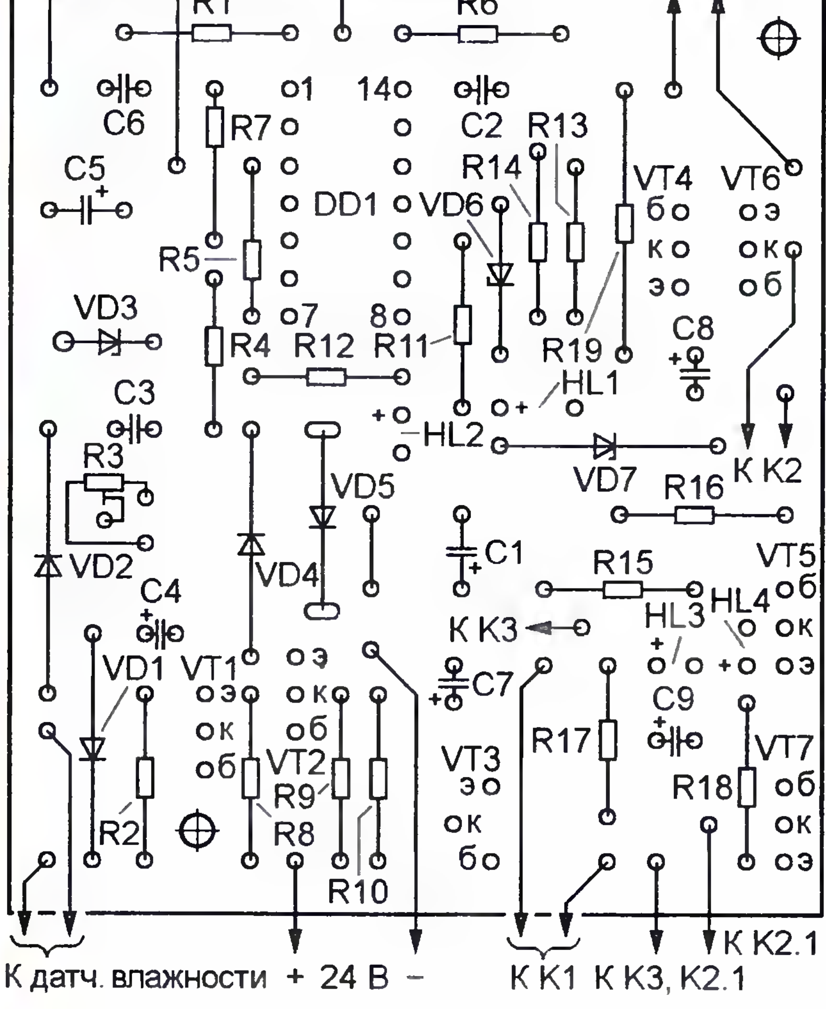
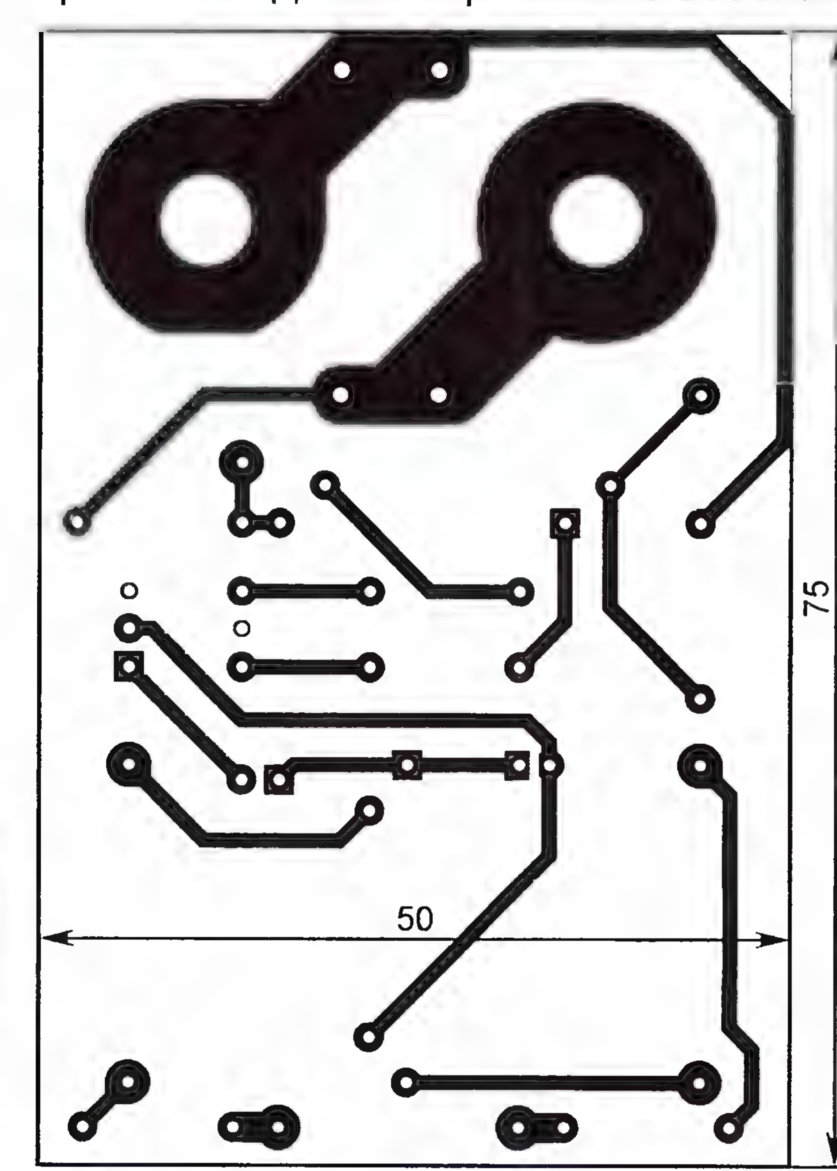


Рис. 1

БУТОВ А. Световой индикатор телефонных звонков. — Радио, 2003, № 9, с. 40.

Печатная плата.

Устройство собирают на плате, изготовленной в соответствии с **рис. 2**. Резисторы — МЛТ, конденсаторы С1, С2 — К73-17, С3 — оксидный импортный. Вместо двух оптронов АОУ103В1 применён один импортный MOC3062.



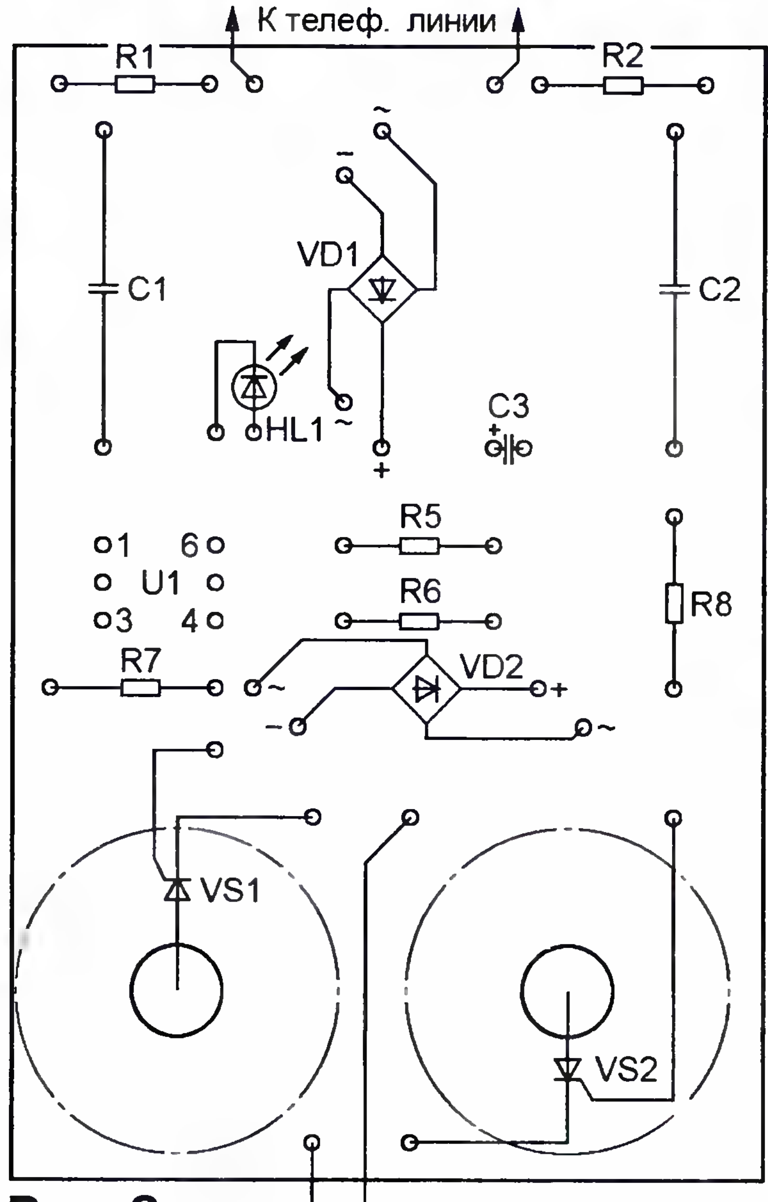


Рис. 2

КЕЛЕХСАШВИЛИ В. Заряжаем аккумулятор сотового телефона от гальванических элементов. — Радио, 2006, № 10, с. 43, 44.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы представлен на **рис. 3**. Резисторы — МЛТ, конденсаторы С1, С3 — оксидные серии ТК фирмы Jamicon (С1 — ёмкостью 220 мкФ), С2 — керамический КМ. Микросхема MAX756 — в корпусе DIP. Дроссель L1 — КИГ-1,2-56 мкГн, КИГ-1,2-60 мкГн, импортный RLB0914 68 мкГн или самодельный, изготовленный по описанию в статье (его приклеивают к плате клеем "Момент").

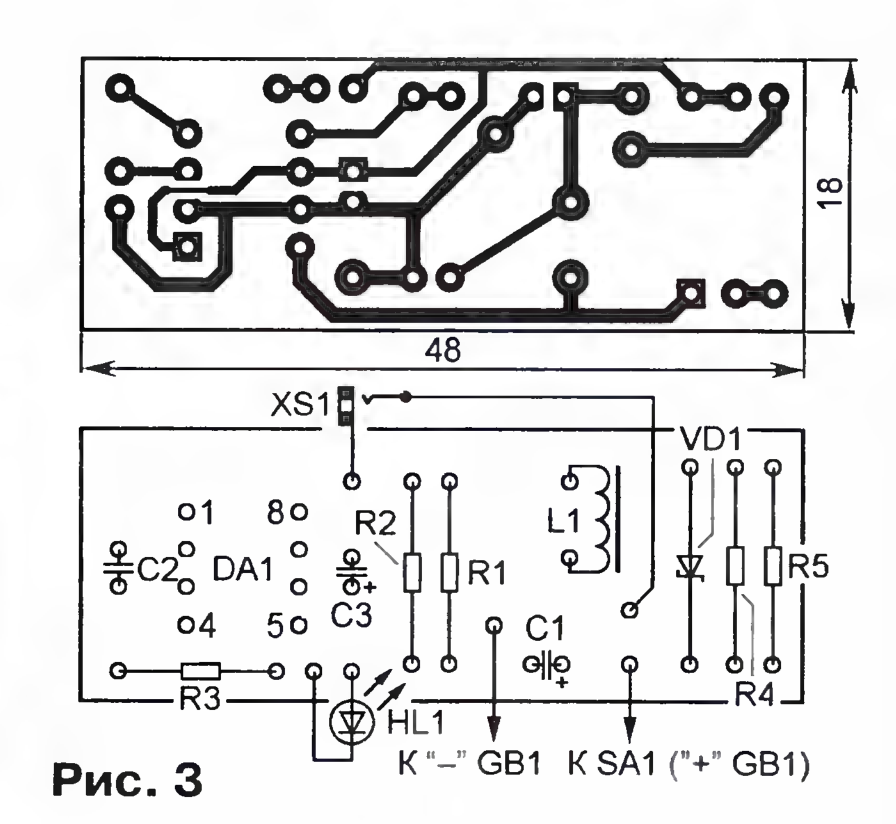


Рис. 3

БЕЛЕЦКИЙ М. Музыкальный звонок на 120 мелодий. — Радио, 2004, № 2, с. 33, 34.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 4**. Резисторы — МЛТ, конденсаторы — КД-1, кварцевый резонатор — в корпусе HC-49/U-S. При компоновке платы признано целесообразным заменить подстроечный резистор R5 постоянным (МЛТ-1) и поменять его и головку BA1 местами. Требуемую громкость звучания мелодий устанавливают подбором сопротивления этого резистора в пределах 10...47 Ом.

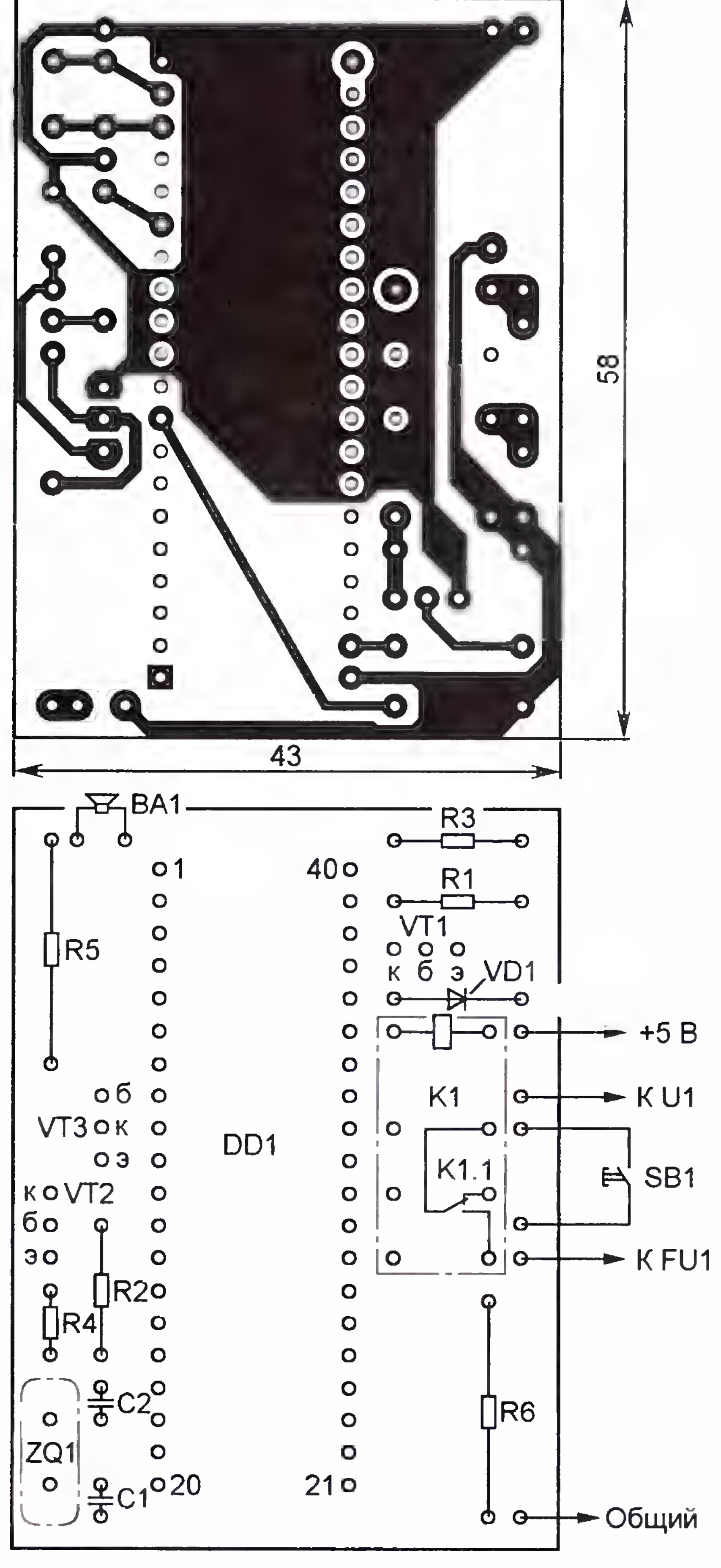


Рис. 4

E-mail: consult@radio.ru тел. 607-89-00



Музыкальная шкатулка

С. САМОЙЛОВ, г. Харьков, Украина

В статье описан вариант переделки детской музыкальной игрушки в "музыкальную шкатулку" с несколькими десятками мелодий. Предлагаемое устройство можно использовать и как музыкальный дверной звонок.

Сегодня продаётся множество детских игрушек с музыкальным сопровождением. Как правило, внутри них имеются плата с микросхемой-капелькой, малогабаритный громкоговоритель, два-три элемента питания и мигающие лампочки или светодиоды. В памяти микросхемы обычно хранится небольшой фрагмент популярной песенки или мелодии, который быстро надоедает ребёнку, и он теряет к игрушке всякий интерес.

Однако совсем несложно вдохнуть в игрушку вторую жизнь, расширив набор мелодий до нескольких десятков и предусмотрев их автоматический перебор. Достаточно заменить установленную в ней плату другой, изготовленной по схеме, изображённой на **рис. 1**. Прототипом для неё явился музыкальный звонок на микроконтроллере ATtiny2313, проигрывающий пять мелодий, описание которого было найдено в Интернете.

В разработанном устройстве в качестве DD1 может быть установлен микроконтроллер ATmega8L-8PI или ATmega168-20PI. В памяти первого из них уместилось 37 мелодий, а второго — 71. Тактовая частота микроконтроллера выбрана равной 1 МГц и стабилизирована кварцевым или керамическим резонатором ZQ1. Отказаться от него не удаётся, так как при работе от встроенного в микроконтроллер тактового RC-генератора "плывут" тональность и темп воспроизведения мелодий.

На транзисторах VT1 и VT2 построен узел управления питанием устройства. В исходном состоянии при разомкнутой кнопке SB1 оба транзистора закрыты, напряжение питания на микросхемы DD1 и DD2 не поступает. При кратковременном нажатии на кнопку SB1 транзистор VT1 открывается и открывает транзистор VT2. Напряжение гальванических элементов G1 и G2 поступает на микросхемы.

Программа микроконтроллера DD1, начав работу, устанавливает на его выходе PB0 высокий уровень напряжения. Поступая через резистор R3 на базу транзистора VT1, это напряжение поддерживает оба транзистора открытыми и после отпускания кнопки. Далее программа проигрывает мелодию, а её порядковый номер сохраняет в энергонезависимой памяти микроконтроллера. По завершении мелодии на выходе PB0 будет установлен низкий уровень, что закроет транзисторы VT1, VT2 и выключит питание устройства. При следующем нажатии на кнопку SB1 будет проиграна следующая по порядку мелодия.

Звуковые сигналы формируются на линиях PB1 и PB2 микроконтроллера (выходы таймера-счётчика 1) в противофазе. Их усиливает микросхема DD2. Динамическая головка BA1 для повышения громкости звучания и экономичности устройства подключена к выходам элементов этой микросхемы через согласующий трансформатор T1 — выходной от старого транзисторного приёмника.

Такие трансформаторы имеют первичную обмотку с отводом от середины. В зависимости от параметров трансформатора и динамической головки наиболее громкое звучание достигается при подключении к микросхеме DD2

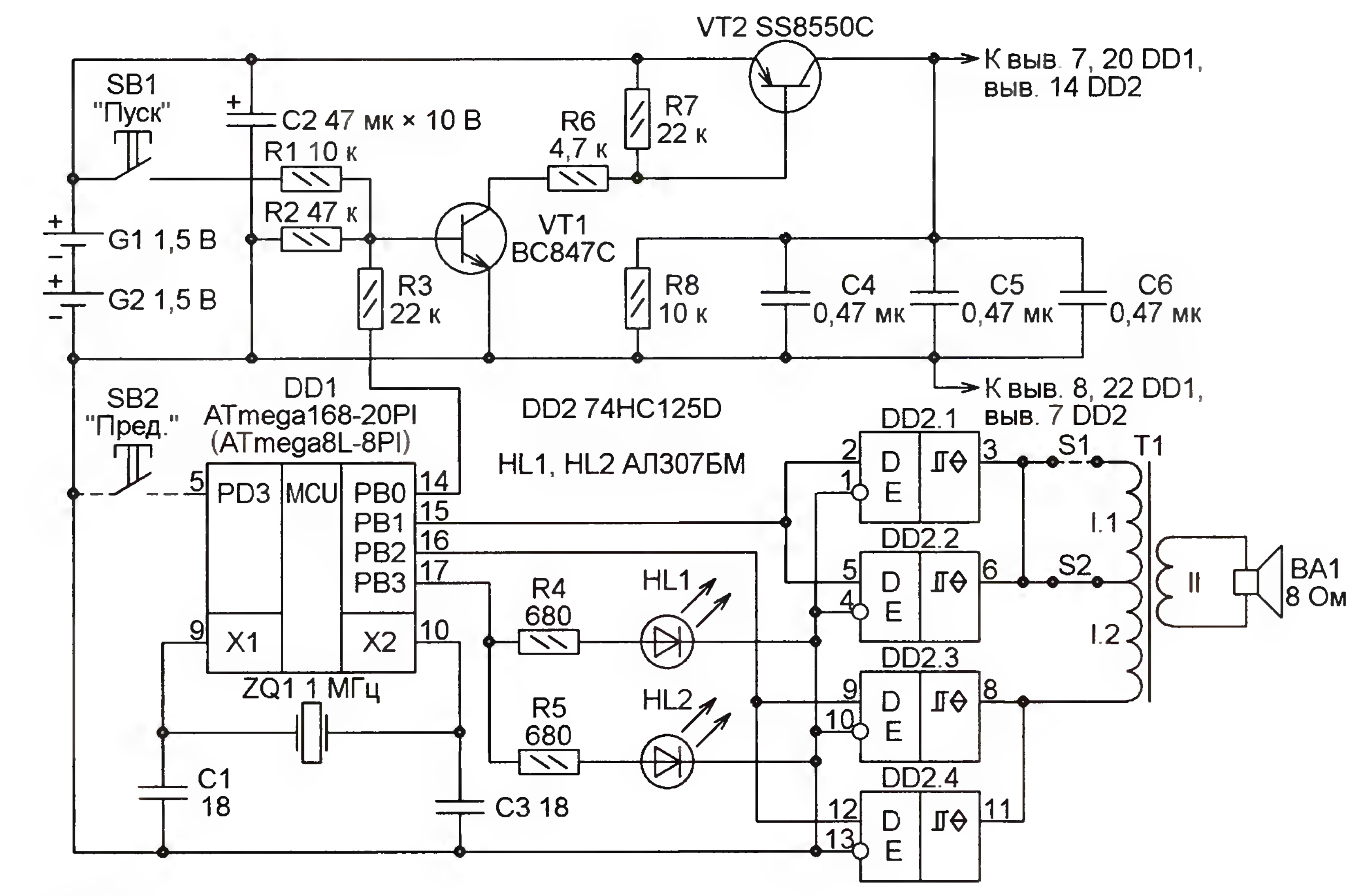


Рис. 1

всей первичной обмотки трансформатора (установлена перемычка S1) либо её половины (установлена перемычка S2). Одновременно устанавливать обе перемычки нельзя.

Если подходящий трансформатор найти не удастся, динамическую головку можно подключить вместо его первичной обмотки к выходам микросхемы. Но последовательно с головкой в этом случае следует включить резистор такого сопротивления, чтобы ток нагрузки микросхемы не превышал 40 мА. В крайнем случае динамическую голов-

Разработанная автором печатная плата изображена на **рис. 2**. Её форма и размеры выбраны исходя из имевшегося в переделываемой игрушке места. Особенность платы — применение вместо кнопки SB1 сенсорного датчика. Чтобы он сработал, достаточно замкнуть между собой зубцы двух образующих датчик фольговых гребёнок. В подвергнутой доработанной игрушке для этого имеется резиновая клавиша с металлизацией.

Для микроконтроллера на плате предусмотрена панель. Вставляют его

CKSEL[3..0]=1010;
SUT[1,0]=10.

В программе для ATmega168 часть мелодий расположена в EEPROM микроконтроллера. В имеющемся в папке Muzshkat_168 файле muzshkat.eep находится информация, которую нужно загрузить в эту область памяти. Разряды конфигурации BODLEVEL устанавливают порог срабатывания встроенного в микроконтроллер детектора понижения напряжения питания равным 1,8 В. Это предотвращает повреждение хранящейся в EEPROM информации при

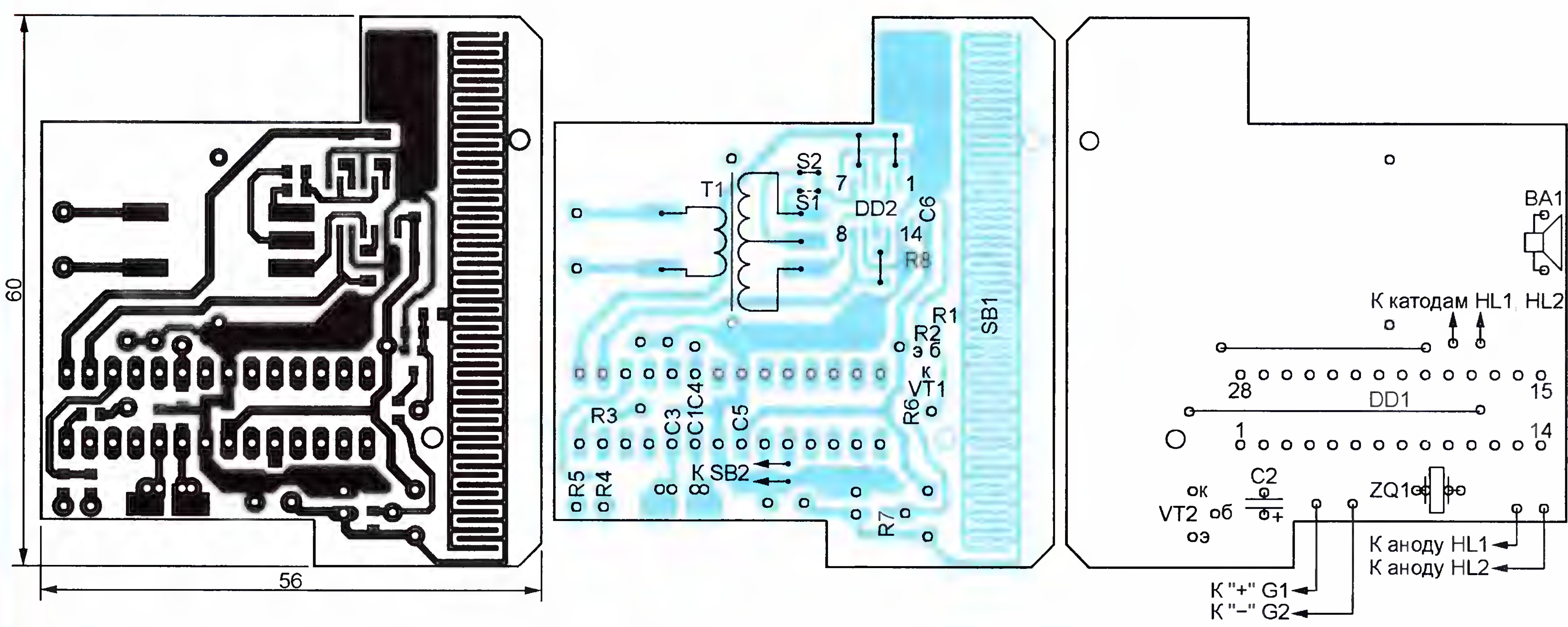


Рис. 2

ку можно подключить таким же образом и к выходам микроконтроллера. Во время воспроизведения мелодии светодиоды HL1 и HL2 мигают с частотой около 3 Гц.

Нажатием на кнопку SB2 можно перейти к воспроизведению не следующей, а предыдущей по списку мелодии. Но действует она только при использовании микроконтроллера ATmega168. Для реализации этой функции объём памяти микроконтроллера ATmega8L оказался недостаточным.

Для увеличения продолжительности работы "шкатулки" без замены элементов питания можно соединить последовательно с показанными на схеме элементами G1, G2 ещё один такой же. Как показала проверка, работоспособность устройства сохраняется при разрядке батареи питания до 2,5 В с микроконтроллером ATmega8L и до 1,8 В с ATmega168.

В устройстве могут быть использованы компоненты как обычной конструкции с выводами, монтируемыми в отверстия, так и в исполнении для поверхностного монтажа. Транзистор VT1 — любой маломощный структуры n-p-n с минимальным током утечки. Транзистор VT2 — структуры p-n-p с низким напряжением насыщения.

уже запрограммированным. Коды из файла muzshkat.hex, хранящегося в папке Muzshkat_8, предназначены для записи во FLASH-память микроконтроллера Atmega8L, а из одноимённого файла из папки Muzshkat_168 — во FLASH-память микроконтроллера Atmega168.

Необходимая конфигурация микроконтроллера зависит от его типа. Для ATmega8L:

CKSEL[3..0] = 1100;
SUT[1,0]=01.
Для ATmega168:
BODLEVEL[2..0]=110;
CKDIV=1;

чрезмерной разрядке элементов питания.

Программа микроконтроллера написана на языке С и скомпилирована в среде WinAVR-20060125. Следует учитывать, что программа имеет особенности, из-за которых версии WinAVR, выпущенные в 2007 г. и позже, для её компиляции не подходят.

***От редакции**. Программы для микроконтроллера шкатулки имеются на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/10/muzshkat.zip**>.*

Сувенир "Новогодняя ёлка"

П. ЮДИН, г. Уфа

В статье Д. Мамичева "Игрушка-сувенир "Новогодняя ёлка" ("Радио", 2009, № 11, с. 45—47) было рассказано о том, как изготовить новогодний сувенир на основе платы от переключателя ёлочной гирлянды. В данной статье предложены другие варианты подобных устройств.

Наверняка почти у каждого, у ваших родственников, друзей или знакомых, были различные сувениры с электронной "начинкой" и светодиодной подсветкой — шариковые авторучки, игрушки, сувениры и тому подобные изделия. Поскольку они недороги, их без сожаления выбрасывают, если сломался корпус, закончилась паста в стержне авторучки или "села" батарея питания. Как правило, в этих изделиях есть небольшая печатная плата с бескорпусной микросхемой, которой можно дать вторую, более яркую жизнь, сделав на её основе другой сувенир, например, настольную новогоднюю ёлочку.

На **рис. 1** показана схема первого варианта электронного блока такой конструкции. В ней использована печатная плата (с обозначением SY38) с бескорпусной микросхемой от авторучки с тремя цветными стержнями. На этой плате, кроме микросхемы, размещены три светодиода различного цвета свечения, кнопка выбора режимов работы и пружинный контакт, которые следует с платы удалить. Светодиоды выпаивают аккуратно, чтобы не перегреть микросхему и не оторвать печатные проводники. Кнопку аккуратно выкусывают тонкими кусачками-бокорезами, так как её выводы загнуты и без перегрева платы выпаять её затруднительно. Аналогично удаляют и пружинный контакт. К освободившимся контактным площадкам — их нумерация показана на **рис. 2** — припаивают тонкие гибкие провода, которыми соединяют бескорпусную микросхему платы SY38 с основной платой. Места пайки и печатные проводники желательно покрыть лаком.

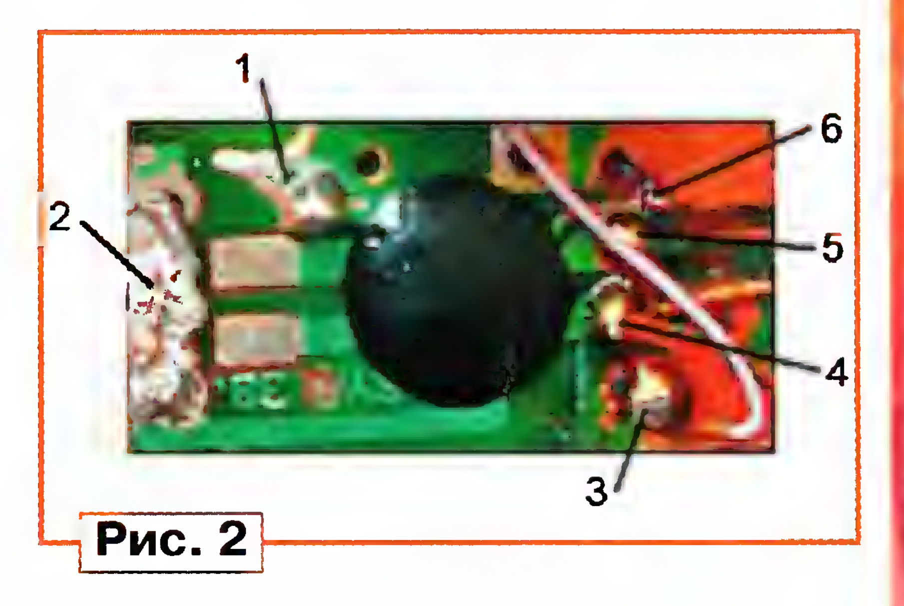


Рис. 2

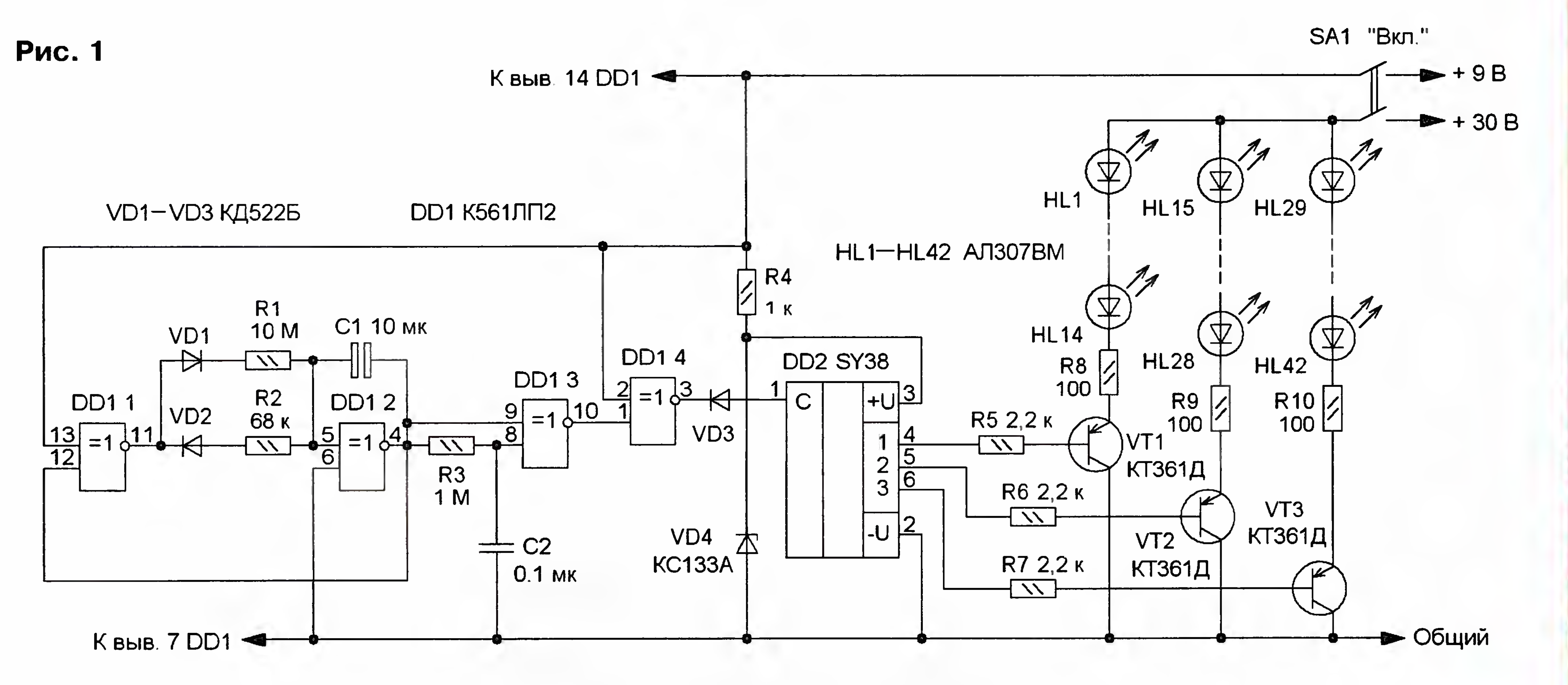


Рис. 1

В память этой микросхемы заложены девять световых эффектов, среди которых плавное поочередное зажигание и погасание светодиодов, плавное поочерёдное зажигание и одновременное их погасание, а также зажигание светодиодов в различных комбинациях. Световые эффекты включаются, выключаются и сменяются при кратковременном соединении вывода 1 платы с минусовой линией питания. Для автоматического управления сменой световых эффектов на микросхеме DD1 (см. рис. 1) собран электронный переключатель, который имитирует работу кнопки. На элементах DD1.1 и DD1.2 собран генератор импульсов с длительностью около 0,5 с и периодом следования 1 мин. Этот период соответствует продолжительности одного светового эффекта. При этом длительность импульса определяется номиналами элементов R2, C1, а период — R1, C1. На элементе DD1.3 собран формирователь пары коротких (примерно 0,1 с) запускающих импульсов, которые вырабатываются как по фронту, так и по спаду импульса с выхода генератора, а на элементе DD1.4 — инвертор.

Микросхема DD1 питается от стабилизированного источника напряжением 9 В, а микросхема DD2 — от параметрического стабилизатора напряжения R4VD4. Диод VD3 защищает вход микросхемы DD2 от напряжения высокого логического уровня с выхода элемента

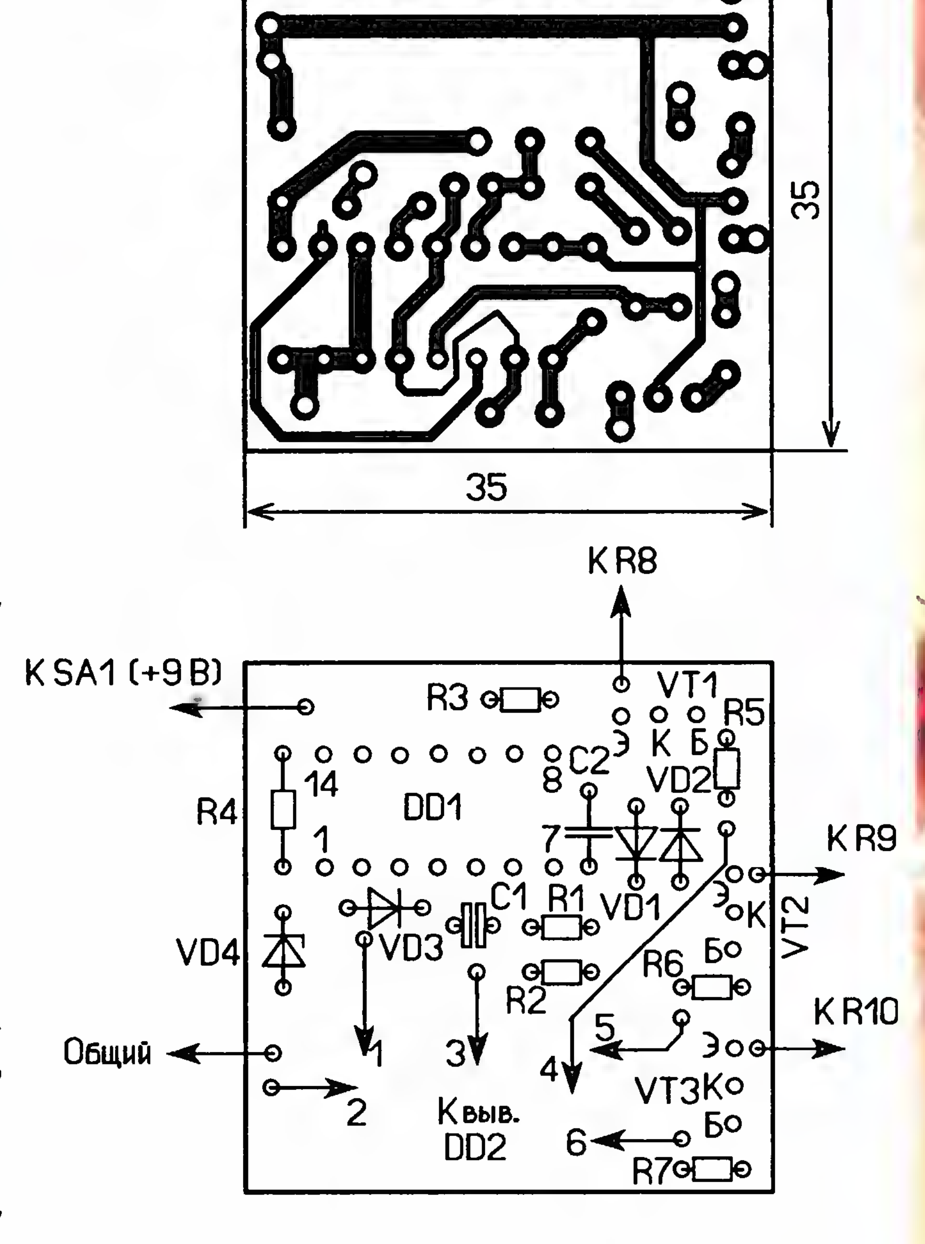


Рис. 3

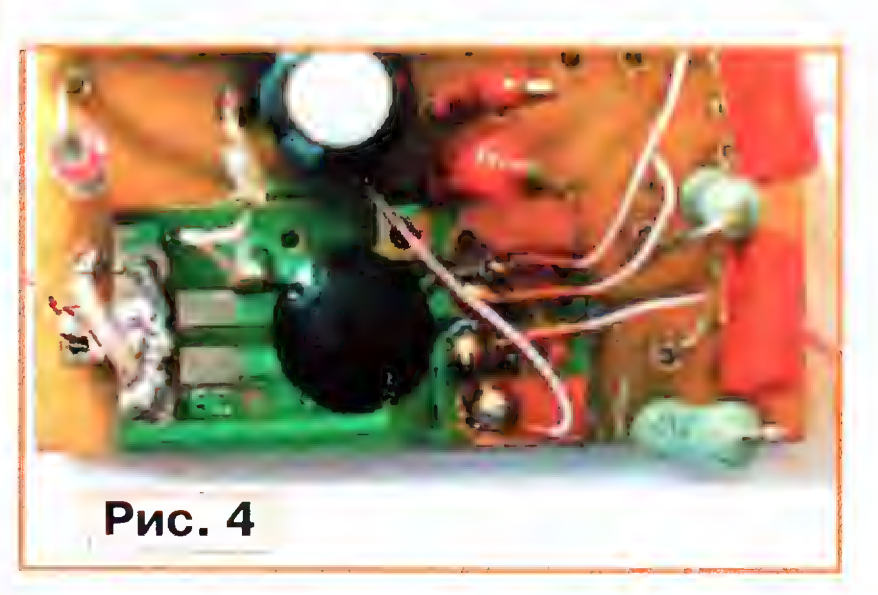


Рис. 4

DD1.4 (9 В). Микросхема DD2 управляет транзисторами VT1—VT3, в эмиттерные цепи которых включены гирлянды из светодиодов HL1—HL14, HL15—HL28 и HL29—HL42 соответственно. Чтобы обеспечить нормальную работу светодиодов, гирлянды питаются напряжением 30 В (нестабилизированный источник питания). Резисторы R8—R10 — токоограничивающие.

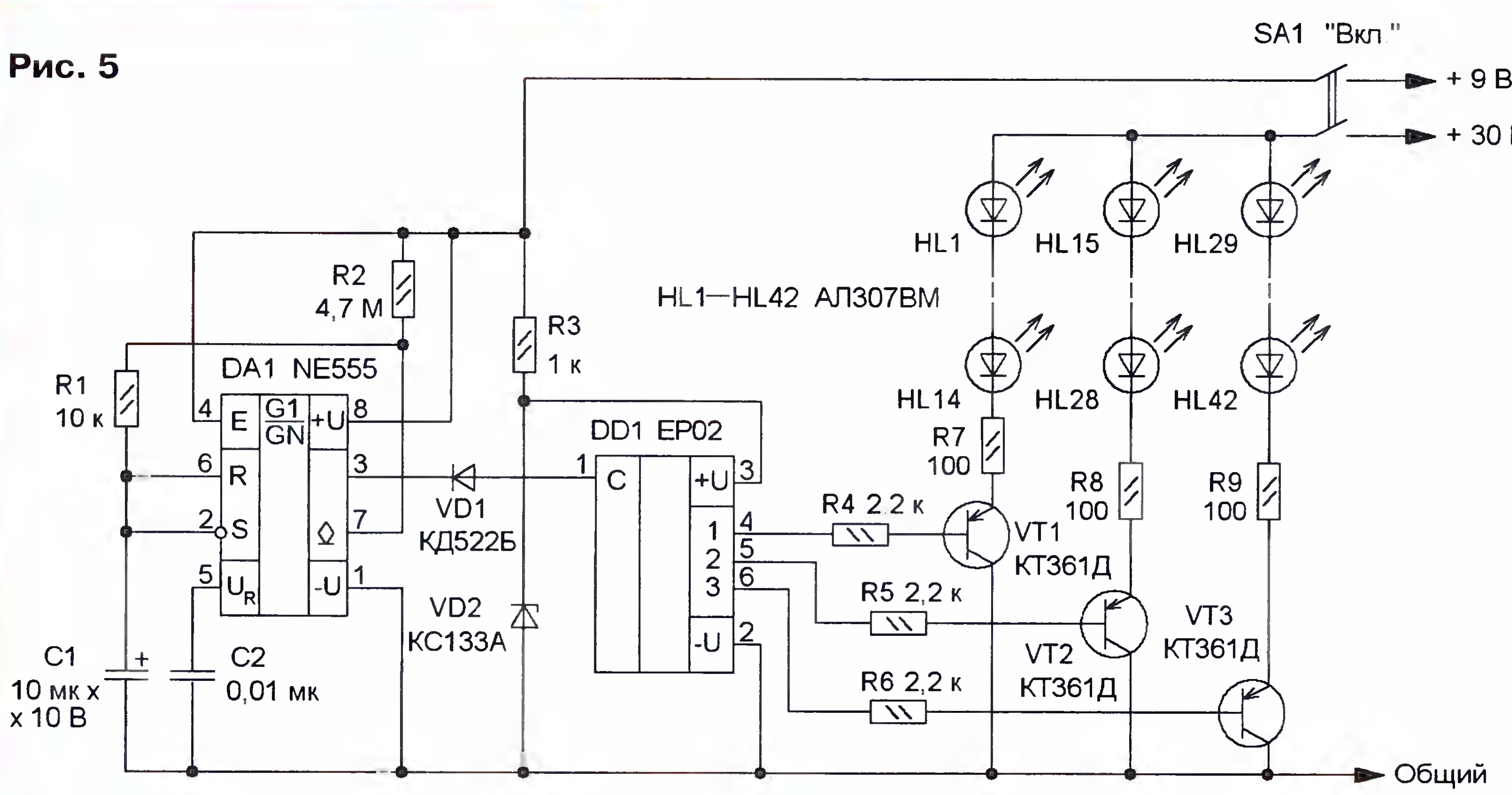
Работает устройство следующим образом. После подачи питающего напряжения включается первый световой эффект, при этом на выходе элемента DD1.4 в течение минуты присутствует высокий уровень и поэтому световой эффект не переключается. Затем на этом выходе появляется пара запускающих импульсов низкого уровня, первый из которых выключает первый световой эффект, а второй через долю секунды включает второй. Через минуту второй эффект будет выключен и включён третий и т. д.

Большинство элементов, кроме светодиодов и резисторов R8—R10, монтируют на основной печатной плате, изготовленной из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 3**. Плату с микросхемой DD2 приклеивают (микросхемой и печатными проводниками вверх) автомобильным герметиком. Внешний вид части смонтированной платы показан на **рис. 4**.

В устройстве применены резисторы МЛТ, С2-23, конденсатор С1 — оксидный импортный, обязательно неполярный, конденсатор С2 — К10-17. Микросхему К561ЛП2 можно заменить на импортную, например CD4030A, диоды КД522Б — на любые из серий КД102, КД103, КД510, КД521 или КД522А, транзисторы КТ361Д — на транзисторы серии КТ361 с индексами В, Г, Е или серии КТ3107 с индексами Г, ГМ, Е, ЕМ, Ж, ЖМ, И, ИМ, К, КМ. Все светодиоды — зелёного цвета свечения — АЛ307ВМ, АЛ307ГМ или аналогичные импортные. Выключатель питания — любой малогабаритный сдвоенный.

На **рис. 5** показана схема ещё одного варианта электронного блока новогодней ёлочки. В ней применён формирователь световых эффектов от детской игрушки, который представляет собой плату (маркировка ЕР-02) с бескорпусной микросхемой, тремя бескорпусными светодиодами, залитыми прозрачным компаундом, и кнопкой. К сожалению, программа у микросхемы только одна — "бегущие огни", а подачей низкого уровня на вход 1 (условная нумерация выводов этой платы показана на **рис. 6**) можно только включать и выключать устройство. Чтобы как-то разнообразить световой эффект, на таймере DA1 собран генератор импульсов с периодом следования около 30 с. Поэтому устройство в течение 30 с рабо-

Рис. 5



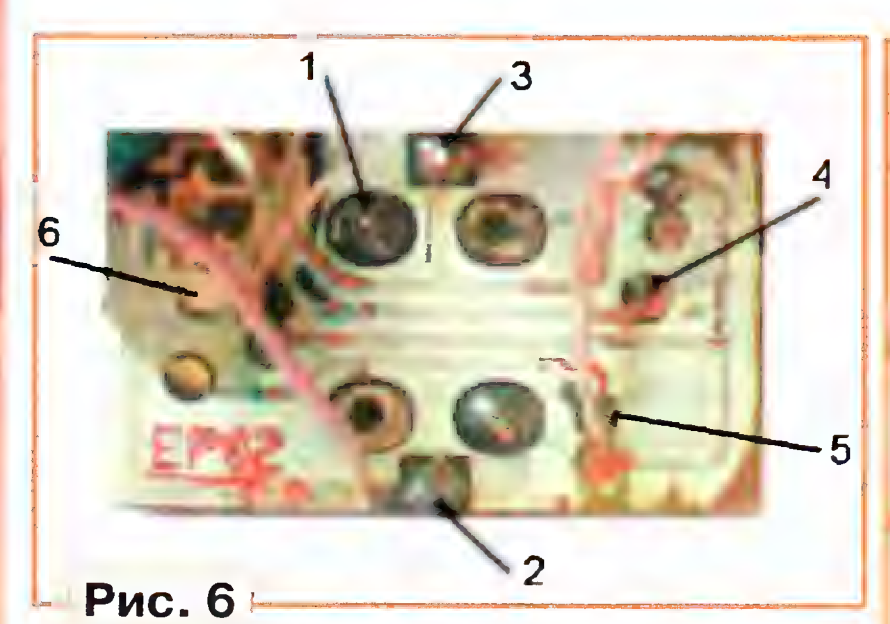


Рис. 6

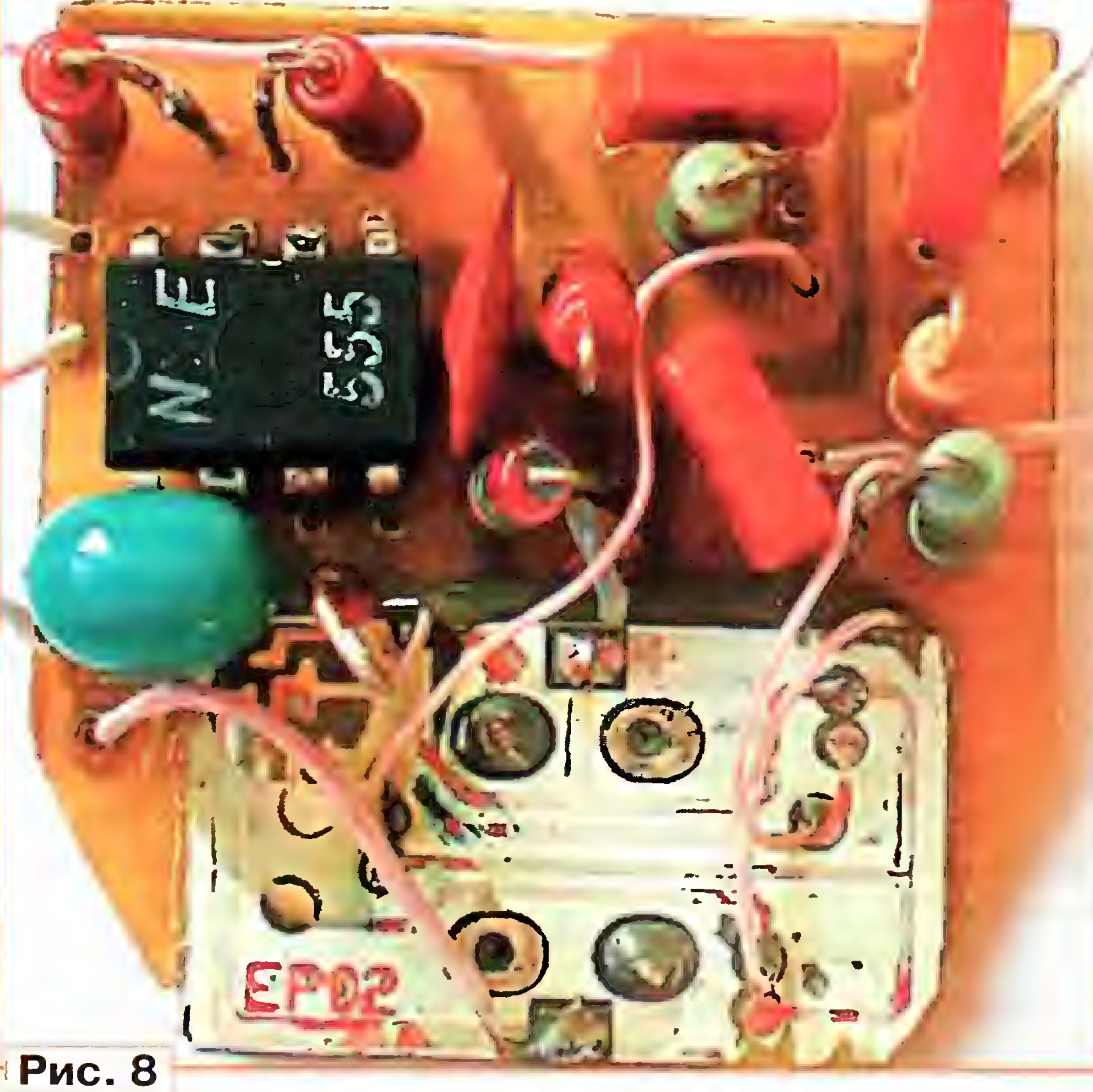
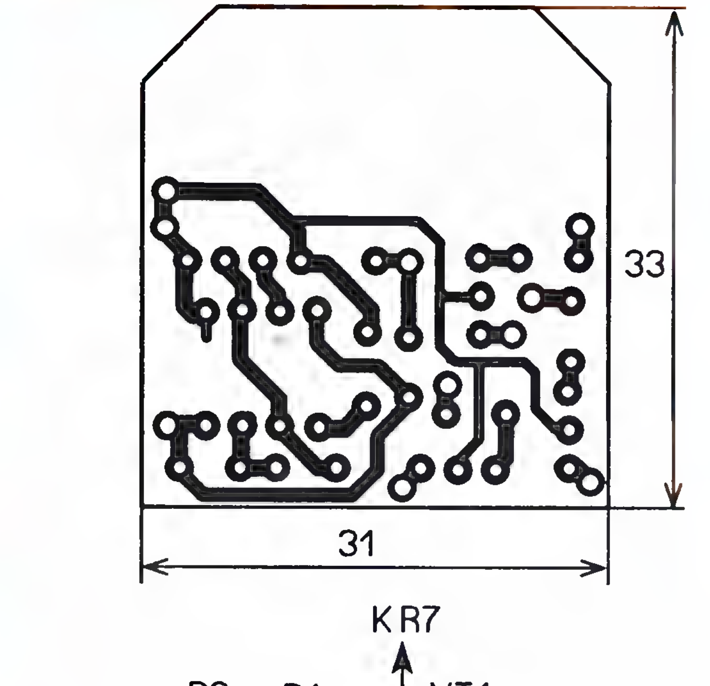
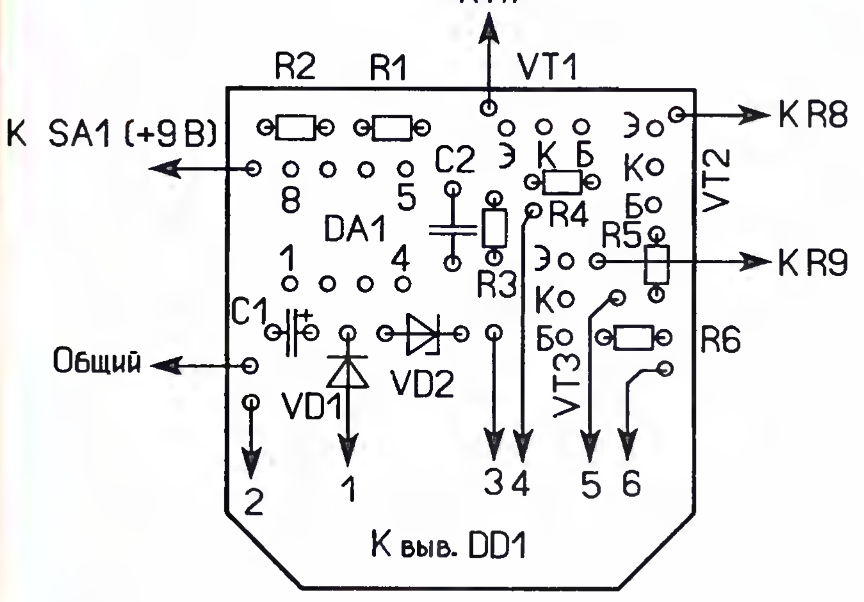


Рис. 8





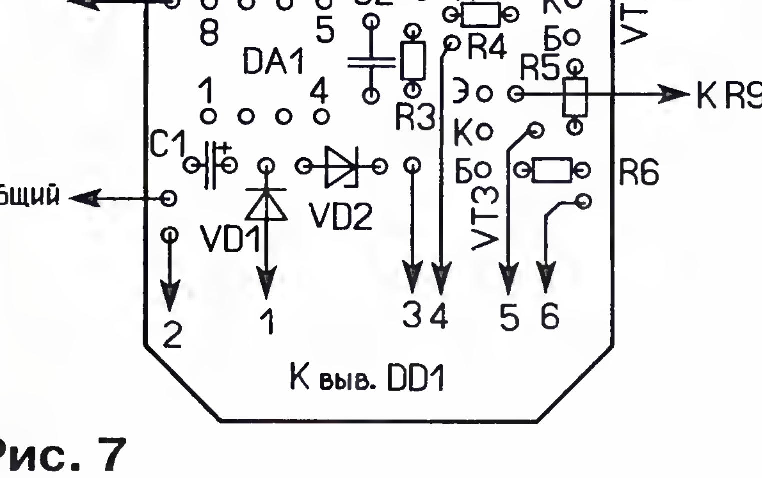


Рис. 7

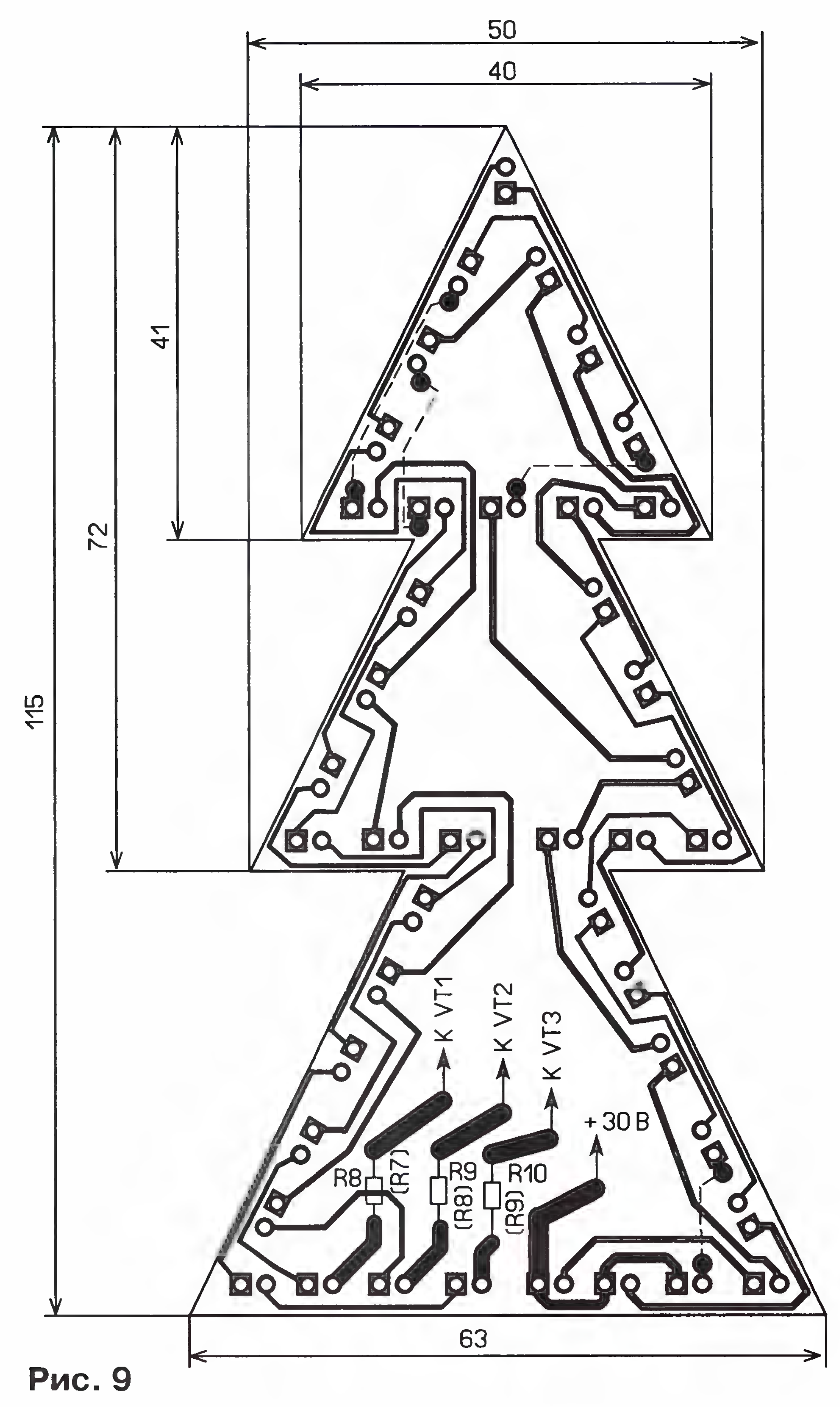


Рис. 9

тает, а затем на 30 с выключается и процесс повторяется, в остальном оно работает аналогично первому варианту.

Все элементы, кроме светодиодов и резисторов R7—R9, монтируют на основной печатной плате, изготовленной из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 7**. Плату с бескорпусной микросхемой приклеивают, но предварительно кусачками удаляют кнопку, а надфилем — компаунд в местах установки светодиодов (которые удаляют) и контактных площадок микросхемы. Эти площадки зачищают и припаивают к ним тонкие гибкие провода, которыми соединяют микросхему DD1 с остальными элементами. Внешний вид смонтированного устройства показан на **рис. 8**.

Таймер NE555 заменим на LM555, КР1006ВИ1, С1 — оксидный полярный импортный, желательно с малым током утечки. Остальные элементы и варианты их замены такие же, как в первом устройстве.

Саму ёлочку (она служит и печатной платой для монтажа светодиодов, см. чертёж на **рис. 9**) изготавливают из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Её конструкция (**рис. 10**) одинакова в обоих вариантах. Сначала на плату со стороны печатных проводников устанавливают резисторы R8—R10 (R7—R9) и проволочные перемычки (показаны штриховыми линиями). Затем с лицевой стороны её оклеивают зелёной светоотражающей бумагой или плёнкой (она не должна быть токопроводящей) и устанавливают светодиоды как можно ближе к плате. Поскольку все светодиоды однотипные, их нумерация на рис. 9 отсутствует. Квадратными контактными площадками обозначены выводы анодов. После сборки и проверки работоспособности ёлочку украшают новогодней мишурой. Основанием ёлочки может быть пластмассовый корпус, в котором размещают основную печатную плату. Если уменьшить число светодиодов в каждой гирлянде до восьми, питать устройство можно от двух последовательно соединённых батарей "Корунд", сделав отвод 9 В для питания микросхем.



Рис. 10

Ночник "Ассорти"

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово-1 Смоленской обл.

Хочу предложить читателям ещё один вариант светодиодного ночника. В отличие от устройства, описанного в моей статье "Ночник "Три цвета" ("Радио", 2010, № 7, с. 48, 49), в данной конструкции значительно меньше элементов, а светорассеиватель сделан из отрезка полупрозрачной стеклянной трубки молочного цвета.

Схема ночника изображена на **рис. 1**. На транзисторах VT2 и VT3 собран мультивибратор. Эти транзисторы открываются и закрываются поочередно с частотой, зависящей от параметров цепей C4R10 и C5R11. При закрытом транзисторе VT2 конденсатор C2 заряжается током, текущим по цепи R6VD3R2. По достижении напряжением на конденсаторе определённого значения транзистор VT1 плавно открывается, ток через светодиоды HL1 и HL2 нарастает. Яркость свечения этих светодиодов увеличивается. При открытом транзисторе VT2 конденсатор разряжается током базы транзистора VT1, который плавно закрывается. Светодиоды HL1 и HL2 постепенно гаснут.

Аналогично, но в противофазе транзистору VT1, работает транзистор VT4, управляющий светодиодами HL3 и HL4. За счёт этого цвет свечения ночника плавно изменяется, циклически проходя состояния, показанные на **рис. 2**. Подстроечным резистором R7 регулируют относительную яркость свечения пар светодиодов. Поскольку каждый светодиод имеет индивидуальную зависимость яркости от тока, динамика изменения цвета ночника получается своеобразной.

Питается устройство от сети переменного тока 220 В, 50 Гц. Ёмкость конденсатора C1 выбрана такой, что от неё потребляется ток немного меньше 30 мА. Стабилитрон VD2 ограничивает выпрямленное диодным мостом VD1 напряжение до 8,2 В, а конденсатор C3 сглаживает пульсации этого напряжения. Можно питать ночник и от гальванической или аккумуляторной батареи напряжением 9 В, подключив её с соблюдением полярности параллельно конденсатору C3. При этом элементы C1, R1, VD1, VD2 не устанавливают.

Рис. 1



Рис. 2

Транзисторы можно использовать любые серии КТ315, диоды — серий КД522, КД521.

Изготовление ночника следует начать со светодиодного светильника. С помощью стеклореза от матовой стеклянной трубки диаметром 16...18 мм отделяем отрезок длиной 150...170 мм. Торцы обматываем изоляционной лентой. Если подходящей стеклянной трубки найти не удалось, можно свернуть её из чертёжной "синтетической кальки" — прочной пластиковой плёнки, матовой с одной стороны и глянцевой с другой.

Внутрь трубки вставляем плату со светодиодами, изготовленную согласно **рис. 3** из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. В авторском экземпляре ночника установлены яркие светодиоды красного, салатового, оранжевого и синего цветов свечения в прозрачных корпусах диаметром 5 мм. Не исключено применение и светодиодов других цветов.

Плата со светодиодами должна быть на 5...10 мм длиннее трубки, на которую с двух сторон надеваем заглушки — пробки от пластиковых бутылок с прорезями под плату. Трубку крепим отрезками корпуса фломастера к вертикальной стойке из белого пластика или другого хорошо отражающего свет материала. Сквозь внутренние отверстия этих отрезков пропускаем провода, соединяющие светодиоды с электронным блоком ночника. Он может быть собран на печатной плате, показанной на **рис. 4**, и размещён в "подвале" подставки ночника.

Налаживание ночника безопаснее производить, питая его от лабораторного источника постоянного напряжения 9 В, который временно подключают так, как было рекомендовано выше для батареи. Прежде всего парно подбирают резисторы R2 и R13, добиваясь наиболее плавного включения и выключения светодиодов. Затем подстроечным резистором R7 устанавливают желаемые пропорции сине-красного и зелёно-оранжевого свечения в крайних фазах изменения цвета. Подбирая соотношения сопротивлений пар резисторов R4, R9 и R5, R8, можно добиться преобладания в переходных фазах красновато-оранжевого или синевато-зелёного сочетаний цветов.

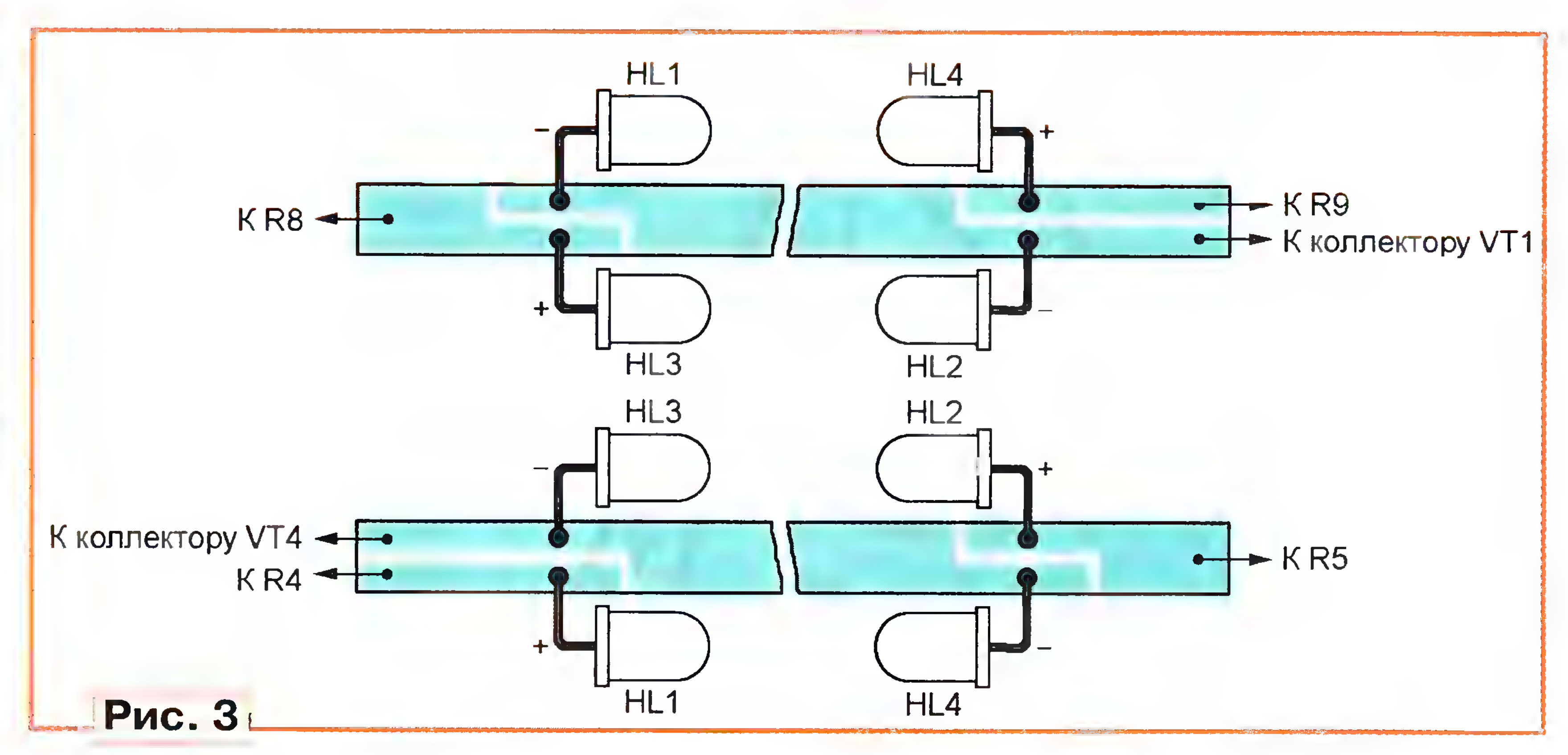
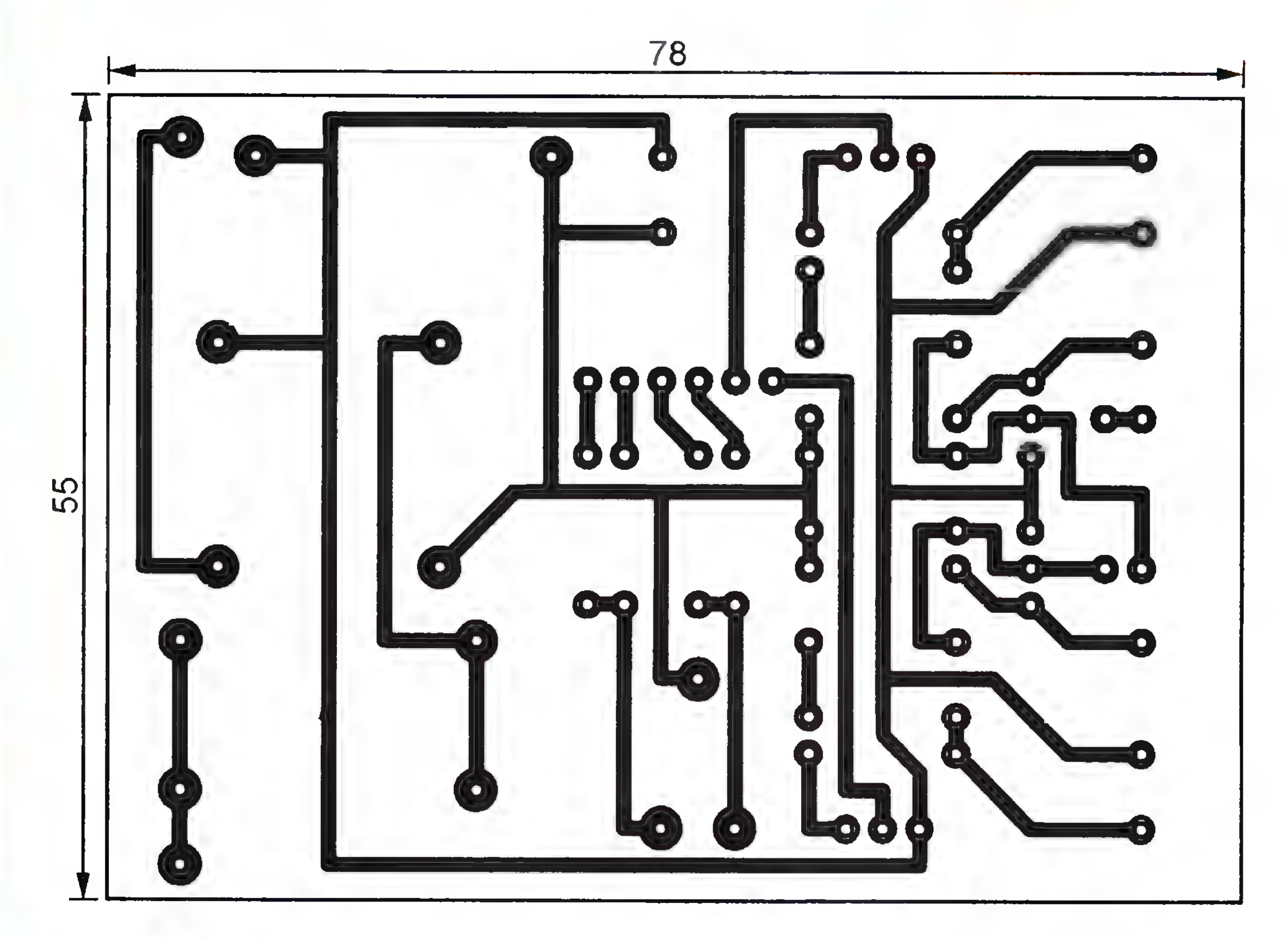


Рис. 3



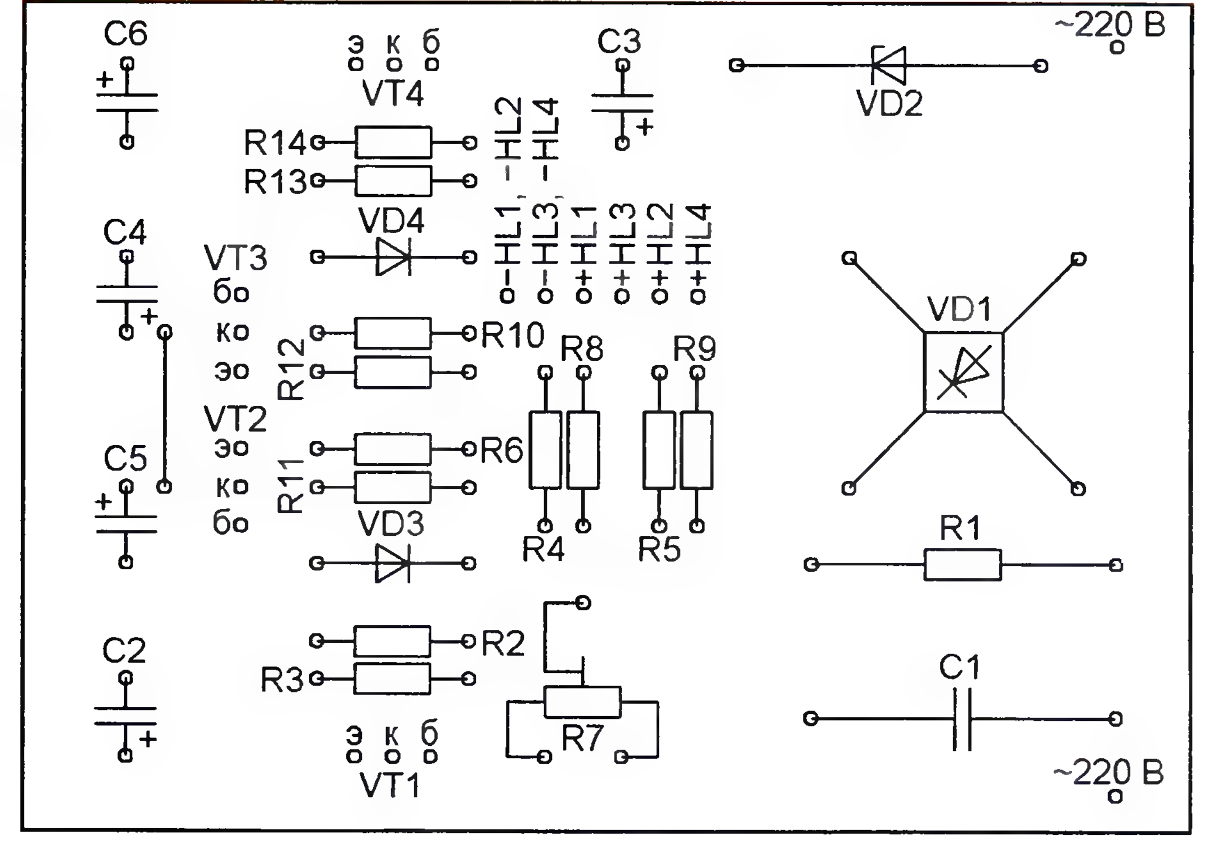


Рис. 4

Простой измеритель интервалов времени или как измерить скорость пули

Окончание. Начало см. в "Радио", 2011, № 9

В. ТОРЧ, г. Санкт-Петербург

При образцовой частоте 1 МГц (вход 3 элемента DD15.1 соединён с выходом элемента DD1.4) измеряют, как уже было сказано, интервалы времени, не превышающие 1 с, при дискретности отсчёта (цене младшего разряда индикатора) 1 мкс. Переключая этот вход на выходы микросхем DD2—DD7, увеличивают обратно пропорционально выбранной образцовой частоте как максимальный измеряемый интервал, так и дискретность его отсчёта.

Подготовив к работе датчики SF1 и SF2 (их контакты должны быть замкнуты), можно перевести переключатели SA1 и SA2 в противоположные показанным на схеме положения. Состояние триггеров от этого не изменится, поскольку выключатель SA3 всё ещё разомкнут. Замкнув его, начинают сеанс измерения.

Начало интервала времени обозначается размыканием датчика SF1. Оно может быть как продолжительным, так и очень коротким, поскольку первый триггер, изменив состояние в момент размыкания датчика, остаётся в нём и после замыкания. Теперь низкий уровень на его выходе и на входе 4 элемента DD15.1 стал высоким. Это открывает клапан — элемент DD15.1 — для импульсов образцовой частоты. Начинается их счёт.

О конце измеряемого интервала сигнализирует размыкание датчика SF2. Оно приводит к изменению состояния второго триггера. Высокий уровень на его выходе и на входе 5 элемента DD15.1 сменяется низким, клапан закрывается. Этим прекращается счёт импульсов. Число на индикаторе показывает, сколько их прошло за время между срабатываниями датчиков. Показания остаются неизменными до следующей установки прибора в исходное состояние с помощью выключателя SA3.

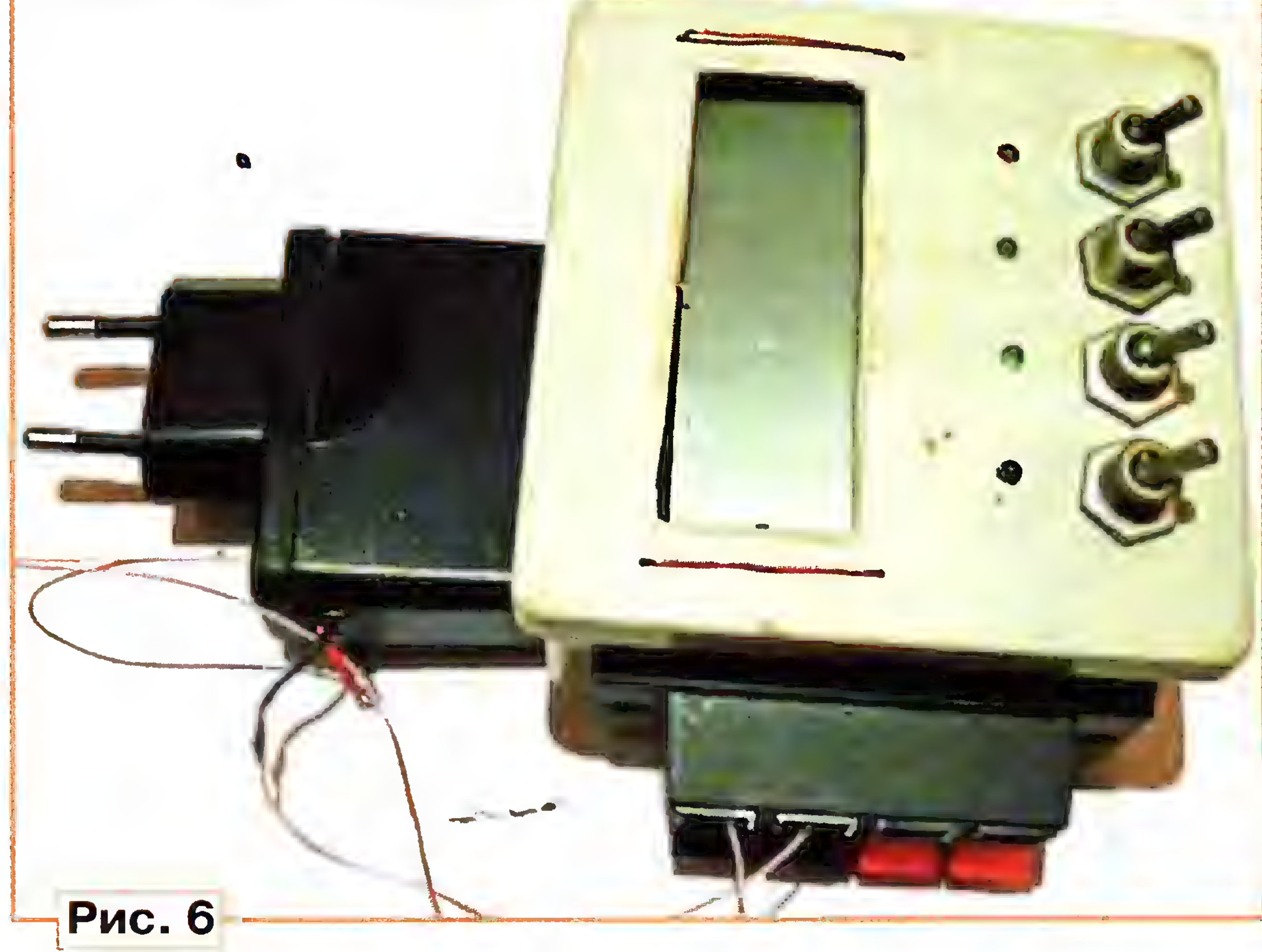


Рис. 6

Светодиоды HL2—HL4 предназначены для визуального контроля положения выключателя SA3 и состояния датчиков. Например, если перевод переключателя SA1 в положение "на датчик" привёл к выключению светодиода HL3, это означает, что датчик SF1 неисправен (его цепь разомкнута) или просто не подключён.

Прибор собран в подходящем пластиковом корпусе. На **рис. 6** рядом с ним показан блок питания — зарядное устройство от сотового телефона. Хотя номинальное напряжение питания микросхем серии К176 — 9 В, опыт показал, что рассмотренный измеритель работает при любом напряжении от 5 до 12 В, потребляя всего несколько десятков миллиампер тока.

Но вернёмся к первоначально поставленной задаче — измерению скорости пули. Датчики её пролёта были изготовлены согласно эскизу, изображённому на **рис. 7**. В сухую деревянную планку 4 длиной 40...60 см забиты две пары гвоздей 2 (или ввинчены шурупы). Расстояние между парами — мерный отрезок S. Планка укреплена на стволе винтовки 1 липкой лентой так, чтобы траектория полёта пули проходила между гвоздями. На каждую их пару перед выстрелом намотан тонкий лакированный провод 3. Я воспользовался проводом диаметром 0,09 мм от обмоток реле РЭС9 и РЭС22.

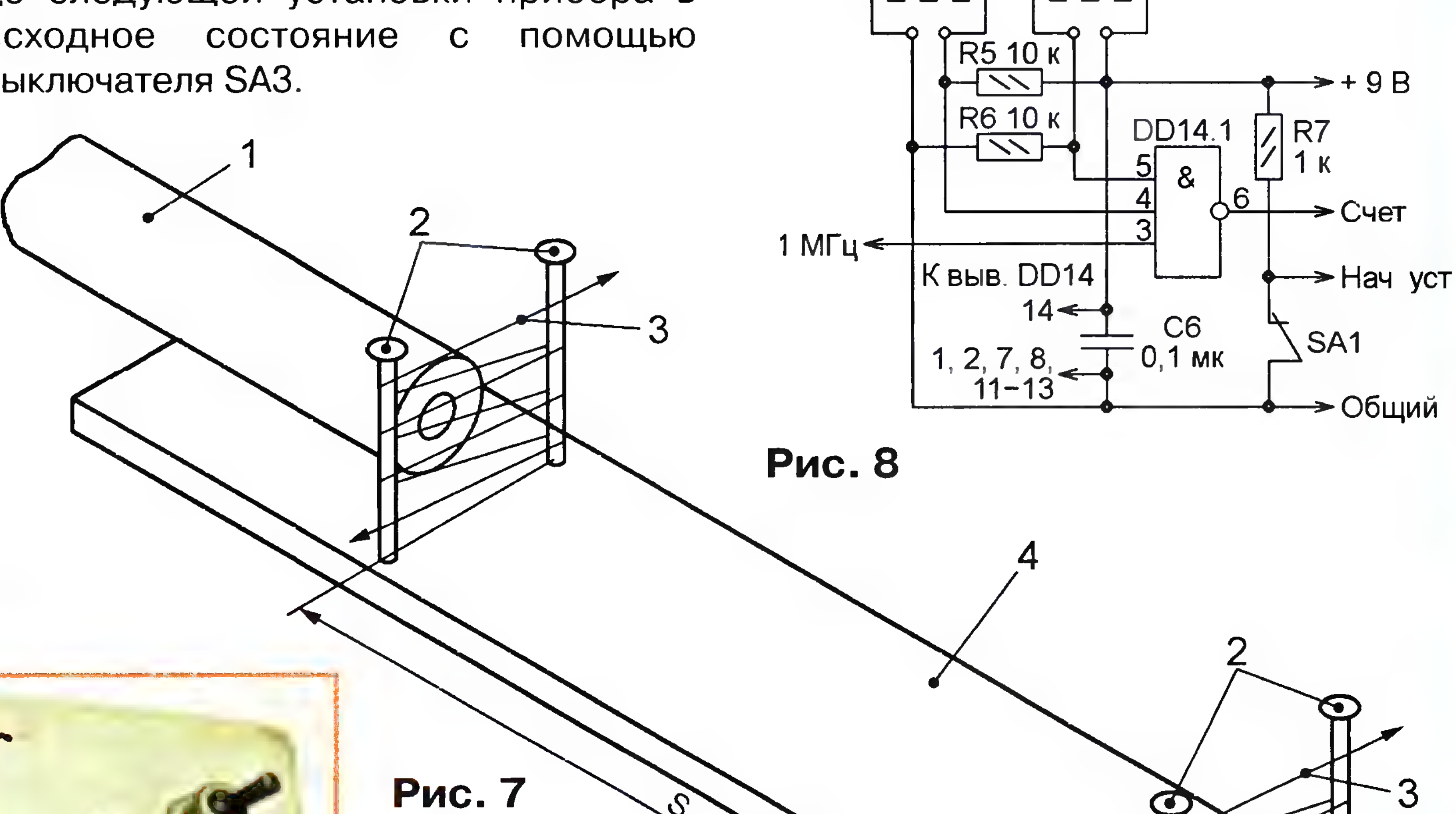


Рис. 8

Рис. 7

Шаг намотки не должен превышать диаметра пули, чтобы она, пролетая сквозь датчик, с гарантией разорвала провод. Конечно, можно ограничиться и одним отрезком тонкого провода между парой гвоздей, но его нужно расположить точно на траектории пули. Провод на ближней к срезу ствола паре гвоздей — датчик SF1, на дальней паре — датчик SF2. Концы каждого провода-датчика соединены более толстыми и прочными изолированными проводами (например, МГТФ) с измерителем интервала времени.

Нужно сказать, что при использовании таких датчиков или других, не восстанавливающихся после срабатывания, узел управления может быть существенно упрощён. Он может быть собран, например, по схеме, показанной на **рис. 8**. При целости провода датчика SF1 вход 4 логического элемента DD14.1 соединён с общим проводом и счётные импульсы не проходят.

После обрыва этого провода уровень на входе 4 становится высоким благодаря резистору R5. Это открывает клапан, поскольку вход 5 логического элемента соединён с плюсом питания целым пока проводом датчика SF2. Как только провод и второго датчика будет оборван, клапан закроется, так как вход 5 логического элемента останется соединённым с общим проводом через резистор R6.

Назначение выключателя SA1 здесь такое же, как SA3 на ранее рассмотренной схеме (см. рис. 5). При желании можно добавить и контрольные светодиоды.

Измерив время преодоления пулей расстояния между датчиками SF1 и SF2, её скорость и энергию вычисляют по формулам

$$V=\frac{S}{T};\ E=\frac{mV^2}{2},$$

где V — скорость, м/с; S — расстояние, м; T — время, с; E — энергия, Дж; m — масса пули, кг.

Измеренная скорость пули "ГАММО-ПРО" массой 0,477 г (указана на упаковке) при выстреле из моей пневматической винтовки МР-512 оказалась равной 168 м/с, а её энергия — 6,73 Дж. Это вполне соответствует статье 13 действующего "Закона об оружии". Согласно ей, "пневматическое оружие с дульной энергией не более 7,5 Дж и калибра до 4,5 мм включительно регистрации не подлежит, и граждане Российской Федерации имеют право приобретать его без получения лицензии".

Низковольтные пробники-индикаторы напряжения

В. ЕФРЕМОВ, *г. Ессентуки Ставропольского края*

При испытаниях, налаживании и ремонте различной радиоэлектронной аппаратуры часто возникает потребность оперативно проверить наличие напряжения и определить его полярность в разных точках устройства, проводах, разъёмах питания и т. п. Для этих целей, особенно во время работ в "полевых" условиях, удобно использовать простые малогабаритные пробники-индикаторы. На **рис. 1** показана схема простого пробника напряжения и полярности на двухцветном светодиоде HL1. Входное напряжение индикатора — 3,5...18 В, потребляемый ток при этом составляет примерно от 1 до 15 мА. В соответствии с протекающим током изменяется и яркость светодиода.

Рис. 1

Резистор R1 ограничивает ток через светодиод, а диоды VD1 и VD2 включены так, чтобы в зависимости от полярности контролируемого напряжения светил один из кристаллов светодиода. При подаче на вход напряжения плюсовой полярности ток протекает через токоограничивающий резистор R1, кристалл красного цвета свечения и диод VD2, поэтому и свечение светодиода HL1 будет красным. При смене полярности оно станет зелёным. Если входное напряжение переменное, цвет свечения — жёлтый.

В некоторых случаях необходимо не только проверить напряжение и полярность различных источников питания, например, батарей аккумуляторов или гальванических элементов, но и оценить их состояние и нагрузочную способность. Для этого удобно использовать пробник, в состав которого входит нагрузка, потребляющая определённый ток. В качестве нагрузки можно использовать лампы накаливания. Схема такого пробника показана на **рис. 2**. С его помощью определяют полярность контролируемого напряжения, для этого лампу EL1 следует покрасить теплостойким лаком или закрыть светофильтром красного цвета, а EL2 — зелёного. Рабочее напряжение пробника и потребляемый им ток определяют применённые лампы накаливания. Для малогабаритного пробника подойдут миниатюрные лампы серии СМН.

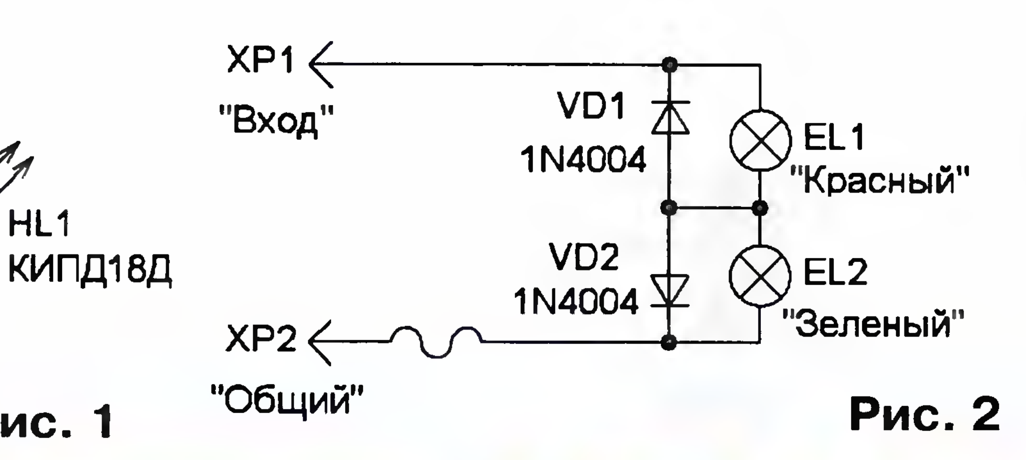


Рис. 2

Для проверки различных узлов радиопередающей аппаратуры КВ диапазона, в которых присутствует высокочастотное напряжение, можно применить пробник, схема которого показана на **рис. 3**. Он работает в диапазоне частот 1...30 МГц и индицирует напряжение от 1,5 до 20 В. Вход (XP1) подключают к контролируемой цепи, а шуп XP2 — к общему проводу. Конденсатор C1 является балластным и ограничивает входной высокочастотный ток, диоды VD1, VD2 выпрямляют переменное напряжение, резистор R1 дополнительно ограничивает ток через светодиод HL1.

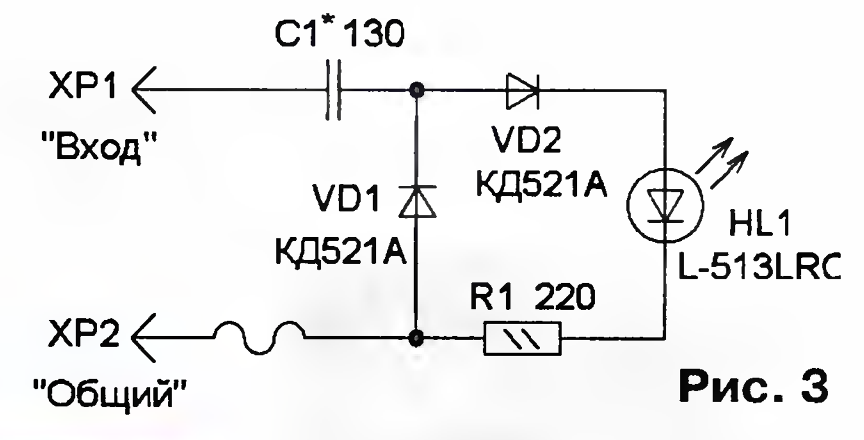


Рис. 3

Подборкой конденсатора C1 можно изменять чувствительность пробника. Увеличение ёмкости этого конденсатора наряду с ростом чувствительности приводит к возрастанию шунтирующего влияния на контролируемые цепи вследствие уменьшения входного сопротивления прибора. При работе с пробником рекомендуется сначала подключать к цепи только вход XP1, не подключая щуп XP2 к общему проводу. Если светодиод не светится, подключают и щуп XP2.


Рис. 4

Основой всех пробников может быть корпус авторучки (**рис. 4**) с внутренним диаметром не менее 7 мм. В нём размещают большинство элементов, соединяют их отрезками монтажного провода, а места паек изолируют с помощью трубок ПВХ. В качестве щупа XP1 можно применить штырь от разъёма или швейную иглу. Для подключения индикатора к общему проводу устройства служит гибкий многожильный провод длиной 10...20 см, на конце которого можно установить зажим "крокодил".

В пробниках применены резисторы МЛТ, С2-23, конденсатор — КМ-5, КТ, К10-17, диоды КД103А заменимы любыми маломощными выпрямительными, КД521А — диодами КД510А, КД522Б. Светодиоды — в пластмассовом корпусе диаметром 3...5 мм повышенной яркости свечения.



РАДИО®

Эти соревнования должны жить!

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Именно так написал в своём отклике на публикацию на сайте QRZ.RU предварительных итогов соревнований **"Память-2010"** новороссийский коротковолновик Михаил Бичегов (R7AO). В этих соревнованиях он работал в память о Владимире Крыганове (UA3ZK) — известном организаторе радиолюбительского движения в Белгородской области, члене самого первого президиума Союза радиолюбителей России. Слова благодарности в адрес редакции журнала "Радио" за организацию этих необычных соревнований написаны и в отчётах многих участников.

В минувшем году по зову сердца, по хранящейся в нём памяти о тех, кто открыл им дорогу в радиолюбительство, и о коллегах по работе в эфире в декабре прошлого года работали почти 200 индивидуальных и коллективных радиостанций. В основном, конечно, российские коротковолновики, но немало было участников и от Украины, Беларуси, Казахстана. Подключились к этим мемориальным соревнованиям и коротковолновики из Болгарии, Таджикистана и Бельгии.

В эфире вновь прозвучали позывные 176 уже ушедших из жизни радиолюбителей — позывные, которые до сих пор хранят в сердцах их ученики и коллеги. Особо хочется вспомнить трёх коротковолновиков, в память о которых вышли в эфир сразу по три участника. Это Александр Баранов (UA3BA), Алексей Сербин (U1AM, ex — UV1AM, UD6BA, UA6PAW) и Владимир Хилов (UA3EJU). И это не удивительно — их биографии были напрямую связаны с подготовкой подрастающего поколения радиолюбителей в нашей стране

Я хорошо знал UA3BA. В конце 50-х — начале 60-х он возглавлял коллективную радиостанцию Московского городского радиоклуба, под его руководством я осваивал искусство контестинга. А позже он долгие годы руководил радиосектором знаменитого на всю страну Дворца пионеров и школьников на Ленинских горах, из стен которого вышло немало радиоспортсменов (и коротковолновиков, и многоборцев, и скоростников, и "охотников на лис").

Я был знаком с U1AM и знаю, что с его помощью вышли в эфир многие коротковолновики. В частности, в те годы, когда он возглавлял коллективную радиостанцию Бакинского радиоклуба.

Я не был знаком с UA3EJU. Но из отчёта одной из радиостанций, работавшей в его память (RK3EXG), узнал, что он был начальником коллективной радиостанции Центра детского творчества Колпнянского района Орловской области. А это значит, что и он приобщил к радиолюбительству немало мальчишек и девчонок.

И очень хорошо, что некоторые участники не ограничиваются только работой в соревнованиях "Память", а ещё в отчётах рассказывают о том, кого они вспоминают своим участием в мемориальных соревнованиях.

Вот несколько строчек из их отчётов: *"UW9WZ — Юрий Борисович Марчук. Замечательный человек, наставник, DX-мен".* — **RU9WZ**.

"Работал за Михаила Степановича Крюкова (R3YR). Спасибо за ПАМЯТЬ!". — **RV3YR**.

"Привет друзьям из России! Я с удовольствием высылаю свой отчёт за соревнования "Память". Это очень интересные соревнования, чтобы вспомнить об ушедших от нас друзьях". — **ON3ND**.

"Участвовал в этом контесте в первый раз. Спасибо за организацию такого мероприятия!" — **UR4MCK**.

"Володя Раковский (RL7RAA) был начальником коллективной радиостанции в Джезказгане". — **UA3ROQ**.

"Работал за Савельева Анатолия (UA9SB) — одного из основателей в 1948 году Бугурусланского радиоклуба". — **UA9SBR**.

"Работал за Героя Советского Союза А. Г. Батурина (UW9SD)". — **RU9SS**.

"Работал в память о моём друге LY2BO (Сакалас Уждавенис) из Вильнюса. Активном коротковолновике и моряке, совершившем кругосветку на яхте". — **UA3WW**.

В итоговой **таблице** приведены по зачётным группам занятое место, позывной, позывной SK, число связей, число очков.

Итоги соревнований "Память-2010"

SOSKSSB

1	UA3BL	UA3QO	111	13086
2	RA6DE	RW6AHX	97	11413
3	RW4PC	RU4PV	97	11402
4	RW3DU	UW3FW	97	11384
5	UA6BBB	UA6AIU	92	10798
6	RM9U	UA9UDW	90	10562
7	RX9KD	UB5CDL	87	10225
8	RW3DL	UA4OO	84	9885
9	RK9QWM	UA1OJ	81	9481
10	RK4PK	Учитель	76	9016
11	UT5JCE	UT5JBP	71	8256
12	RA9RR	UA9RR	65	7627
13	UA9OGF	UA9OW	61	7054
14	RW1LW	U1LU	58	6802
15	RN3ZR	RZ3ZP	53	6219
16	EW8OG	4X4CD	52	6056
17	UA6YE	UA6YBE	50	5985
18	RV9CQ	RA9CPI	47	5512
19	RK9ALD	RX9AOM	44	5167
20	EW8FG	EW8OB	43	5073
21	EW1TM	UA9USA	43	5058
22	UA3EUW	UA3EJU	43	5037
23	RK9AK	UW9AF	41	4853
24	R9AT	UV9BR	40	4626
25	UT6IS	UT6IA	36	4138
26	R3ZAC	UA3ZK	34	3975
27	RA9SF	RA9SAA	33	3862
28	EU8MM	EW8OS	32	3763
29	RV3MR	U3NS	32	3723
30	UA1ZLN	UA1ZBL	32	3721
31	R7MP	UA6LCH	31	3611
32	UA3YHG	UA3YEC	30	3559
33	RA9ON	U9OD	26	3479
34	EW6DM	EW6AL	29	3390
35	UR7INK	US7IQY	28	3294
36	RN3FY	UA1DZ	27	3157
37	UA0SFM	U0SP	26	3075
38	UA6AVQ	RW6ATM	26	3069
39	UA3WW	LY2BO	25	3062
40	UA3EQ	UA3EZ	26	3026
41	RU6YZ	UA9AA	25	2890
42	UA9SBR	UA9SB	22	2588
43	RW6ALB	RV6BO	21	2470
44	RX9AI	RU1AO	20	2435
45	UA3ROQ	RL7RAA	19	2228
46	RN3ZIN	Учитель	21	2218
47	RU9SS	UW9SD	19	2094
48	RW6HJV	RW0IZ	18	2012
49	UA6YN	UA6YP	19	1984
50	R9URA	RA9URZ	17	1983
51	EW1OT	EU1DU	18	1938
52	UA2FA	UA2AW	16	1875
53	UA9YTN	RA9YG	14	1739
54	UA1AMO	U1AM	14	1692
55	RA9UAD	UA9VB	14	1657
56	RA9JBA	RA6DO	13	1555
57	UA4AM	R4AB	13	1524
58	RX4SB	RV4SAB	9	1055
59	UA4AMZ	UA4AT	8	806
60	RK9JD	UT4MP	2	264
61	UA1AAF	UA1LG	2	241

SOSKCW

1	RA1AL	UA1FV	169	19788
2	RT3T	RAEM	171	19559
3	R3AT	UA3BA	158	18426
4	RA3TU	U3TD	150	17459

5	R3KM	UY5EG	149	17391
6	UA2FL	UA2WJ	146	17041
7	R7AO	UA3ZK	140	16604
8	US8MX	UY6LS	125	14678
9	UD8A	UA9ARR	124	14662
10	RX4YY	RA4YM	126	14527
11	RU9WZ	UW9WZ	123	14492
12	RN1NW	RN1NK	123	14481
13	RM4N	RA4NA	115	13497
14	RW4AD	UA4AT	103	12139
15	RM4R	RA4PQC	102	12040
16	UA3WU	UA3WBA	100	11482
17	RK1NA	RN1NBB	96	11176
18	UX2IJ	UB4IW	94	10971
19	EU6AA	EW6AQ	95	10810
20	UT5IZ	U5IZ	89	10335
21	UA9CBM	UA9CT	88	10314
22	UU2JA	UB5SP	85	9788
23	UR5FEL	UR5FCP	85	9621
24	EV6Z	UC2WP	77	9108
25	RV3FD	U3AB	75	8788
26	RW0AJ	RL7PEO	73	8334
27	UN8PT	UN8PQ	70	8235
28	US2MW	UT7MM	69	8054
29	RA3ATX	RU3BB	67	7882
30	UT5CY	UY5DV	66	7726
31	EW8OM	4X4CD	64	7403
32	UA3WT	RZ3WT	62	7210
33	UA9WOB	RW9WF	59	6982
34	UA9OA	UA9OO	59	6941
35	UA9FGJ	RU9GD	52	6108
36	UA3LDU	RA3LG	52	6073
37	UA1CEC	RA1CU	51	6020
38	UA4FDL	U4FS	50	5917
39	UN5C	UN7CG	48	5542
40	RA3UAG	UA3UAX	41	4831
41	UA3X	UA4UI	41	4807
42	UT9IO	UY5EG	39	4572
43	RA0AR	RA3PA	38	4438
44	LZ3PZ	LZ1ZZ	37	4282
45	RX3PR	UA3PAD	35	4086
46	RU3FB	UA3ABW	33	3813
47	RU3MS	UA1OE	29	3486
48	RA3XX	UB5AQ	29	3412
49	RK6AQM	UA6AVN	29	3369
50	UR4MCK	RA3PNC	28	3268
51	UU7JF	UU8JL	26	3056
52	RU3XY	UA4YR	25	2934
53	RU4AB	UA4ABO	24	2834
54	UA3AKI	UA9OU	22	2605
55	UA0LNO	UA0LT	22	2537
56	RA3BQ	UA3BA	21	2484
57	RA3WDK	RX3WT	20	2362
58	UA0SBQ	UA0TU	19	2247
59	ON3ND	ON6CW	19	2228
60	UA1AAU	UA1LG	18	2101
61	UA1AAQ	U1AM	18	2096
62	EY8AN	UJ8AM	17	1985
63	RA7A	UA6YP	17	1979
64	UU9JFT	UU9JB	15	1759
65	EW8MM	EW8OB	14	1653
66	RA0CL	RA0CW	13	1064
67	RN3ANT	UV0AB	7	693
68	RV3AU	RZ3AUG	4	422

SOSKMIX

1	UA9CDV	Учитель	226	26596
2	RO9O	RA9YG	189	22233
3	RA9DZ	RU9CJ	168	19739
4	R8MC	UA9NW	146	17161
5	R3EC	UA3ET	131	15261
6	RW3AI	UA3AAP	128	15016
7	RN4SS	UA4TO	119	13761
8	RU3UW	UA3UCF	115	13529
9	RU4AA	RU4AY	117	13523
10	RL3T	RW3TD	116	13505
11	RN3GE	RA3GAM	113	13221
12	RW3VA	UA3WG	111	13045
13	RO5O	U1LP	100	11824
14	RD3WAR	U3WU	101	11762
15	RX9KT	UT4IG	99	11617
16	RT8O	UA9OU	94	10891
17	RK9UAC	U9UU	89	10348
18	R9QQ	UA9QUA	83	9584
19	RV3YR	R3YR	80	9380
20	R2AT	RW3DS	81	9303
21	RA4DR	UA4CH	75	8783
22	RU9CI	RU9CJ	70	8154
23	RU4SO	UA4TO	69	8033
24	UA3VLO	UA6XDI	68	7870
25	RZ8U	UA9UD	60	7041
26	RC6AE	UA1TBK	59	6939
27	UA4WKK	RU4WW	57	6562
28	RU0SU	UA0TO	54	6303
29	R8CAA	RA9CDW	49	5813
30	RA6YJ	RA6YM	46	5372
31	UT7NW	US0NN	43	5043
32	UA9XW	UW9XA	43	5042
33	RT0Q	UA0QW	42	4928
34	RC4WA	RW4WW	39	4541
35	RW0UM	RW0IZ	32	3957
36	RV1AQ	U1AM	26	3049
37	RW0SP	UA0SLT	26	2989
38	RA0AY	RA0ASB	25	2863
39	RU0UA	UA0UT	22	2568
40	R0QA	UA0QE	13	1528
41	RV0CD	RA0CEI	13	1505
42	UA3PF	UA3PF	12	1410
43	RA3VE	UA3VCW	10	1183
44	UR9MB	UT5HP	9	965
45	RA3IS	UA3ICK	7	792
46	UA0CHE	UA0CFC	7	783

MOSKSSB

1	RK3ZWF	U1SX	127	14962
2	RK3GXL	UA3LX	87	10161
3	RK3EXG	UA3EJU	70	8174
4	RK3XWL	UA3XR	64	7528
5	RU9CXM	UA9COR	64	7464
6	UR5IZA	UR5IE	61	7275
7	RK9MWL	UA9MH	48	5633
8	UU4JWC	UU8JL	42	4940
9	RZ3DZI	U3DF	15	1767
10	RK3FWI	U3EL	12	1407
11	RK9SWF	UA9TE	13	1293

MOSKCW

1	RK3AWB	UA3BA	51	5986

MOSKMIX

1	RU9CWG	UA9CDA	177	20751
2	RK3SWS	U4FBV	152	17751
3	RZ4AYN	UA4ALN	77	9127
4	UD3D	U4IL	75	8793
5	RK0SXR	U0SP	32	3755
6	RK3EXU	UA3EJU	30	3519
7	RK3AZZ	RZ3AUG	21	2463

SOSSB

1	UA9R	86	10038
2	RN1NHF	65	7624
3	UA3NFI	41	4823
4	UA1ACB	35	4157
5	RX0AK	19	2224
6	RX3AU	13	1642
7	UA9SMU	13	1511
8	RA9ODW	9	1056
9	UA3GX	3	293

SOCW

1	RK6HG	128	14903
2	RA3NC	122	14326
3	RV3F	118	13754
4	R8XF	101	11971
5	UA6HFI	99	11646
6	RW4FE	93	10967
7	UA3DQK	73	8524
8	RV3ZN	69	8171
9	R0AA	57	6715
10	RN9RF	42	4739
11	UC7A	31	3619
12	UA9XBJ	29	3376

SOMIX

1	RA9AP	143	16807
2	RW3WX	105	12324
3	RC1Q	79	9226
4	UA4AAC	65	7697
5	U3DI	48	5647

MOSSB

1	UP9L	115	13621

MOMIX

1	RK9CYA	137	16141
2	RZ0CWN	31	3656

SOSWL

1	R9O-11	110	20372	
2	US-Q-2115		20	4252

CHECKLOG

RA9UIV, RD3WA, RK9SXD, RN3ZRA, RW0AB, RX0LYP, UA0UK, RK3R/UA3RM.



Соревнования "Память-2011"

Соревнования журнала "Радио" MEMORY LIVES FOREVER CONTEST ("Память") будут проходить 17 декабря с 5.00 до 9.00 UTC одновременно CW и SSB на диапазонах 80, 40, 20, 15 и 10 метров.

Зачёт только по всем диапазонам (но отдельно по видам работы — CW, SSB и MIXED) в пяти подгруппах: работающие за SK — SO и MO, остальные радиостанции — SO и MO, SWL.

Контрольные номера — RS(T) и возраст оператора (полное число лет на момент проведения соревнований), а для группы MO — средний возраст операторов команды (она должна состоять не менее чем из двух операторов). Участники соревнований, пожелавшие почтить память своих друзей или учителей, могут передавать дополнительную информацию и давать за это дополнительные очки. Участники могут передавать в контрольном номере в память о не имевшем личного позывного начальнике коллективной радиостанции позывной этой радиостанции и после него букву "U" (У = учитель) плюс соответствующие цифры возраста SK.

Очки начисляются в соответствии с возрастом в принятом контрольном номере. Число очков за QSO со станциями, работающими в память о коллегах, определяется суммой двух возрастов из контрольного номера. Повторные связи разрешаются на разных диапазонах, а в смешанном зачёте — и на одном, но разными видами работы.

Электронные отчёты следует высылать по адресу <contest@radio.ru>, а бумажные отчёты — по адресу Россия, 107045, Москва, Селиверстов пер., д. 10, редакция журнала "Радио". Крайний срок высылки — 17 января 2012 г.

Компактная вертикальная антенна для Си-Би диапазона

Владимир ЕФРЕМОВ (UA6HGW), г. Ессентуки Ставропольского края

Проработав более 30 лет бригадиром радиомастерской, занимающейся ремонтом связной радиоаппаратуры с разъездным характером работы, я не раз сталкивался с ситуацией, когда требовалась компактная антенна, которую можно легко транспортировать и устанавливать, например, на балконе, лоджии, в оконном проёме или на багажной надстройке автомобиля. В частности, такая антенна была нужна для эфирной проверки радиостанций гражданского Си-Би диапазона 27 МГц.

Наиболее оптимальным вариантом такой антенны, с конструктивной точки зрения, мне представлялся укороченный вертикальный излучатель с удлиняющей катушкой.

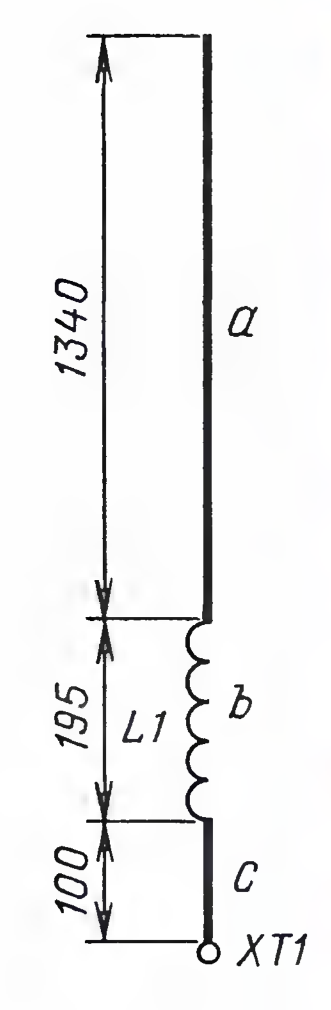


Рис. 1



Рис. 2

Вибратор моей антенны (**рис. 1**), а точнее, её элемент "a", изготовлен из телескопической трубки от старой комнатной телевизионной антенны "КТТА" (так называемых "усов"). Это даёт возможность, изменяя длину вибратора, оперативно перестраивать антенну по диапазону, что существенно из-за её узкой полосы пропускания.

Удлиняющая катушка L1 (элемент "b") намотана медным проводом диаметром 1,2 мм в ПХВ изоляции (внешний диаметр по изоляции — 4 мм) на каркасе из пластиковой трубы диаметром 25 мм (фото на **рис. 2**). Намотка — виток к витку, на длину 195 мм. Элемент "c" антенны образован нижним выводом катушки.

Согласование высокого сопротивления антенны с низким волновым сопротивлением фидера (а вся современная промышленная связная аппаратура предназначена для работы на нагрузку с волновым сопротивлением 50 Ом) выполняет П-контур (**рис. 3**). Он смонтирован в металлическом корпусе от антенного фильтра УКВ радиостанции "Гранит" (**рис. 4**). Подстроечные конденсаторы C1 и C4 с воздушным диэлектриком также от этой радиостанции. Конденсатор C2 составлен из трёх конденсаторов КТ-2 ёмкостью 30 пФ+82 пФ+82 пФ, включённых параллельно. Конденсатор C3 составлен из трёх конденсаторов КТ-2 ёмкостью 300 пФ, также включённых параллельно. При выборе конденсаторов следует учитывать максимальную мощность аппаратуры, с которой предстоит работать. При мощности 50 Вт их рабочее напряжение должно быть не менее 500 В.

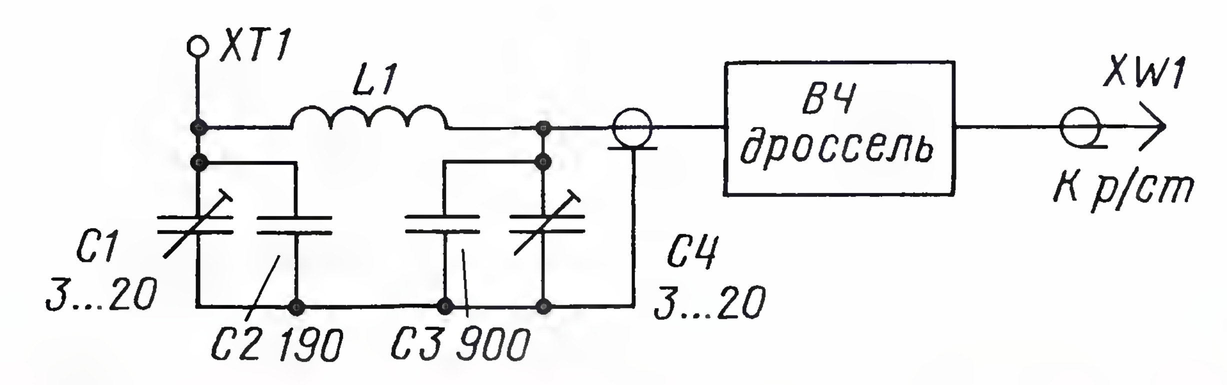


Рис. 3

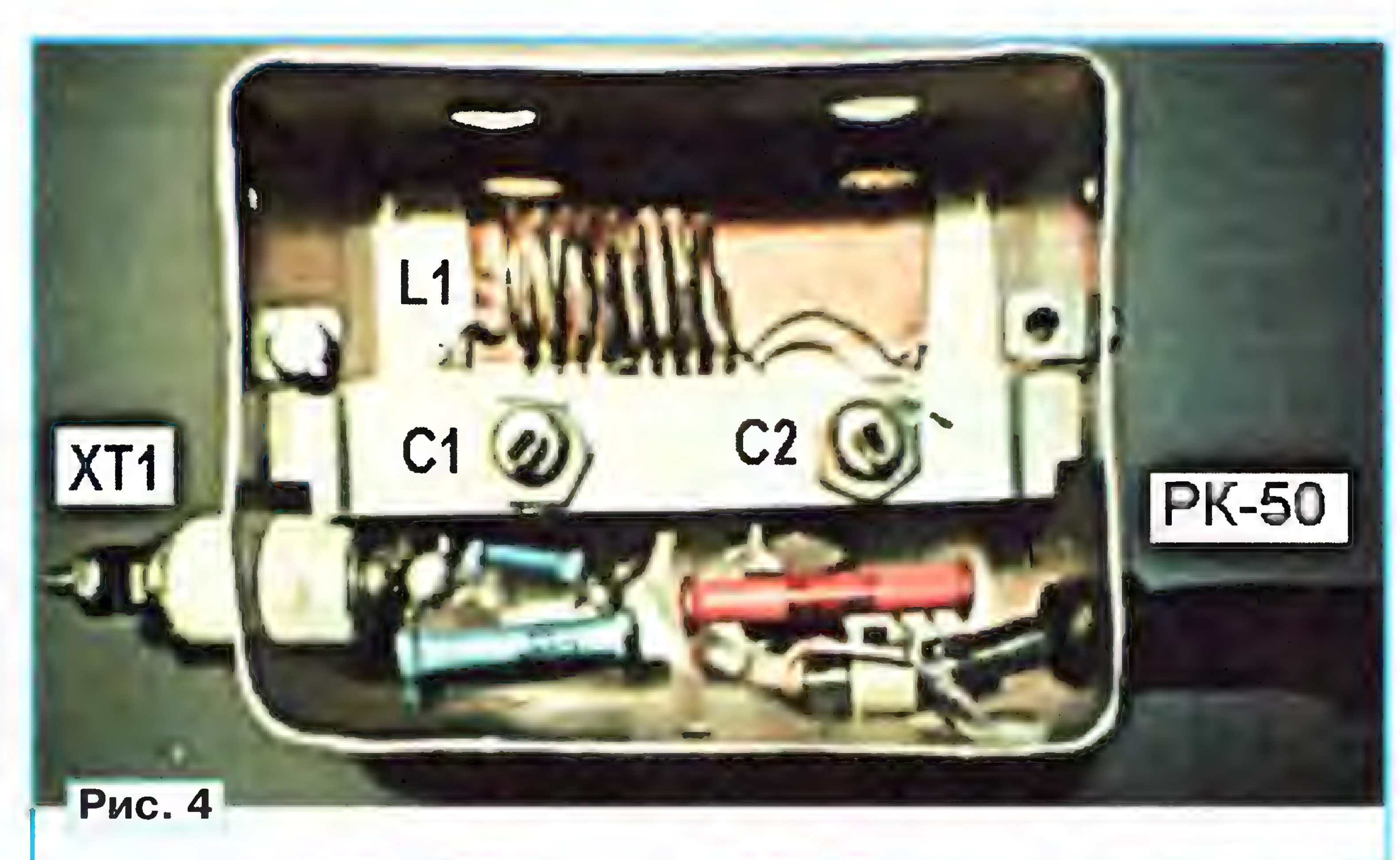


Рис. 4

Катушка L1 согласующего устройства содержит 8 витков посеребренного провода диаметром 1,5 мм, намотанных виток к витку на оправке диаметром 9 мм и затем растянутых на длину 20 мм.

Для предотвращения антенного эффекта фидера между радиостанцией и согласующим устройством включён заграждающий дроссель. Он представляет собой несколько витков того же кабеля, намотанных на ферритовый кольцевой магнитопровод подходящих размеров с начальной магнитной проницаемостью от 400 и более. Число витков следует определить экспериментально по изменениям КСВ, вызванным, например, перемещением фидера, прикосновением рукой к нему или к корпусу КСВ-метра. При хорошем согласовании и оптимально подобранном числе витков эти изменения незначительны.

Эту операцию следует проводить после предварительной настройки элементов П-контура по минимуму КСВ, например, с помощью анализатора антенн MFJ-259. При этом должен быть выбран участок Си-Би диапазона, где в этот момент отмечаются наименьшие наводки на анализатор.

Результаты испытаний показали, что полоса частот антенны при КСВ не более двух приблизительно равна 120 кГц. Узкую полосу часто считают недостатком антенны. Но в данном случае, благодаря тому что антенну можно перестраивать по диапазону, узкая полоса является скорее её достоинством, так как уменьшает внеполосные помехи от близко работающих радиостанций при приёме и снижает побочные излучения при передаче.

Конденсатором C1 можно в небольших пределах менять резонансную частоту всей системы, не изменяя геометрические размеры вибратора. Подобную антенну можно сконструировать и для КВ диапазона 10 метров.

Простой приёмник наблюдателя на двухзатворных полевых транзисторах

Сергей БЕЛЕНЕЦКИЙ (US5MSQ), г. Луганск, Украина

Современные двухзатворные полевые транзисторы, например, импортные серий BF9xx, доступны и дёшевы. У них относительно малый разброс параметров, малые шумы и большая крутизна. При этом они хорошо защищены от пробоя статическим электричеством. На таких транзисторах можно конструировать простые и эффективные смесители для радиоприёмников. На **рис. 1** показана типовая схема такого смесителя. Напряжение сигнала подают на первый затвор транзистора, а напряжение гетеродина (генератора плавного диапазона, ГПД) — на второй. Динамический диапазон смесителя (по интермодуляции — около 70 дБ, по блокированию — более 90 дБ) достигает максимального значения при напряжении смещения на затворах транзистора, близком к нулю. Высокое выходное сопротивление транзистора (10...20 кОм) хорошо согласуется с широко распространёнными магнитострикционными электромеханическими фильтрами на частоту 500 кГц, а малый ток стока (примерно 1...1,5 мА) позволяет применить непосредственное включение обмотки возбуждения ЭМФ. При этом значительная крутизна преобразования (примерно 1,5...2 мА/В) обеспечивает получение приемлемой чувствительности приёмника даже без УПЧ. Высокое входное сопротивление по обоим входам существенно упрощает согласование смесителя с преселектором и ГПД.

На основе этих смесителей, используя дисковый ЭМФ на частоту 500 кГц со средней полосой пропускания, за пару часов неспешной, в удовольствие, работы автором был изготовлен простой как по схеме, так и в налаживании достаточно чувствительный и помехоустойчивый приёмник наблюдателя на диапазон 80 метров. Приятно отметить, что и в наши дни создание простых радиоприёмников для наблюдения за любительскими станциями привлекательно для многих радиолюбителей, о чём свидетельствует большой интерес, проявленный коллегами в процессе обсуждения на форуме [1]. Это и побудило меня разработать на одной и той же основе несколько вариантов КВ приёмников, чтобы показать, насколько простыми могут быть схемные решения при использовании двухзатворных полевых транзисторов. В этой статье рассказывается о самом простом варианте — однодиапазонном супергетеродинном приёмнике с ЭМФ на диапазон 80 метров.

Его схема представлена на **рис. 2**. Входной сигнал с уровнем 1 мкВ поступает на регулируемый аттенюатор, выполненный на сдвоенном переменном резисторе R27. В сравнении с одинарным резистором подобное решение обеспечивает глубину регулировки ослабления более 60 дБ во всём КВ диапазоне, что позволяет обеспечить оптимальную работу приёмника практически с любой антенной. Далее сигнал поступает на входной диапазонный полосовой фильтр, образованный элементами L1, L2, C2, C3, C5 и C6 с внешнеёмкостной связью через конденсатор C4. Показанное на схеме подключение аттенюатора к первому контуру через ёмкостный делитель C2C3 рекомендуется для низкоомных антенн (четвертьволновый "луч" длиной около 20 м, диполь или "дельта" с фидером из коаксиального кабеля). Для высокоомной антенны в виде отрезка провода длиной, значительно меньшей четверти длины волны, выход аттенюатора (верхний по схеме вывод резистора R27.2) следует подключить к выводу X1 платы, соединённому с первым контуром входного фильтра через конденсатор C1. Способ

+9...12 В
C1, C2 1000
C3
L1
C5 0,1 мк
Выход
C6 0,01 мк
От ГПД 1,5...2 $В_{эфф}$
R1 100 к
R3 100
C1
VT1 BF961
C2
Вход
R2 100 к
C4 0,1 мк
R4 220

Рис. 1

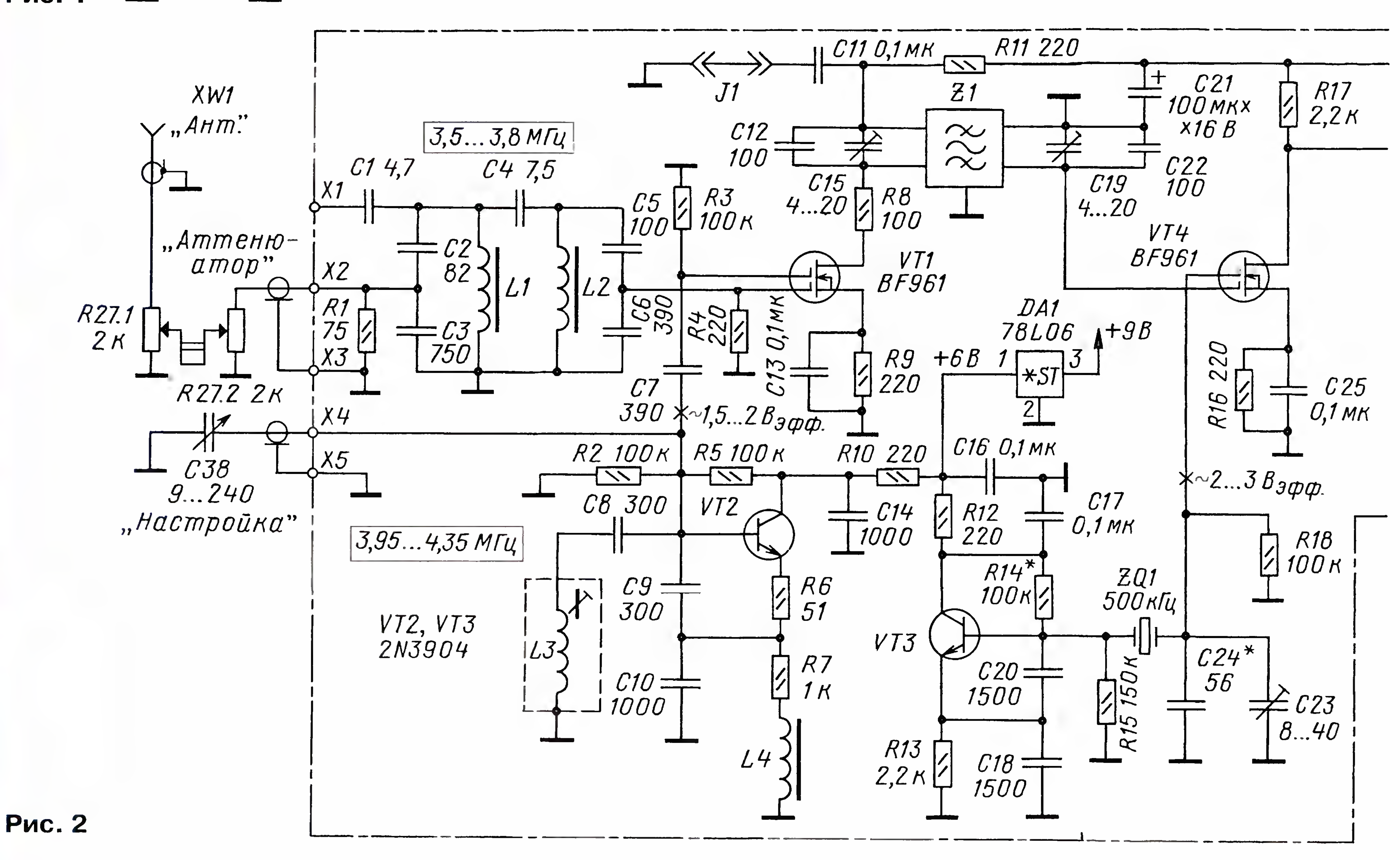


Рис. 2

подключения конкретной антенны подбирают экспериментально по максимальной громкости и качеству приёма.

Двухконтурный ДПФ оптимизирован под сопротивление антенны 50 Ом и сопротивление нагрузки 200 Ом (R4) Коэффициент передачи ДПФ за счёт трансформации сопротивлений составляет примерно +3 дБ. Так как с приёмником может применяться антенна любой случайной длины, а при регулировке аттенюатором сопротивление источника сигнала на входе ДПФ может меняться в широком диапазоне, на входе фильтра установлен согласующий резистор R1, обеспечивающий в таких условиях достаточно стабильную АЧХ.

Выделенный ДПФ сигнал с уровнем не менее 1,4 мкВ поступает на вход смесителя — первый затвор транзистора VT1. На его второй затвор через конденсатор C7 поступает напряжение сигнала гетеродина с уровнем 1...3 $В_{эфф}$. Сигнал промежуточной частоты (500 кГц), являющийся разностью частот гетеродина и входного сигнала, с уровнем порядка 25...35 мкВ выделяется в цепи стока транзистора VT1 контуром, образованным индуктивностью обмотки фильтра Z1 и конденсаторами C12 и C15. Цепи R11C11 и R21C21 защищают общую цепь питания смесителей от попадания в неё сигналов гетеродина, промежуточной и звуковой частоты.

Первый гетеродин приёмника выполнен по схеме ёмкостной трёхточки на транзисторе VT2. Контур гетеродина образуют элементы L3C8—C10. Частоту гетеродина можно перестраивать конденсатором переменной ёмкости C38 в полосе 4000...4300 кГц (с некоторым запасом по краям). На диапазоне 80 метров любительские радиостанции используют нижнюю боковую полосу, а тракт ПЧ приёмника (см. ниже) ориентирован на выделение верхней боковой полосы. Чтобы обеспечить инвертирование боковой полосы принимаемого сигнала, частота ГПД должна лежать выше любительского диапазона 80 метров.

Резисторы R2, R5 и R7 определяют и жёстко задают (за счёт глубокой ООС) режим работы транзистора по постоянному току. Резистор R6 улучшает спектральную чистоту (форму) сигнала. Питание обоих гетеродинов (+6 В) стабилизировано интегральным стабилизатором DA1. Цепи R10C14C16 и R12C17 защищают общую цепь питания обоих гетеродинов и развязывают их друг от друга.

Основную селекцию сигналов в приёмнике выполняет ЭМФ Z1 со средней полосой пропускания шириной 2,75 кГц. В зависимости от типа применённого ЭМФ селективность по соседнему каналу (при расстройке на 3 кГц выше или ниже полосы пропускания) достигает 60...70 дБ. С его выходной обмотки, настроенной в резонанс конденсаторами C19, C22, сигнал поступает на смесительный детектор, выполненный на транзисторе VT4, по схеме, аналогичной первому смесителю. Его высокое входное сопротивление позволило получить минимально возможное затухание сигнала в ЭМФ (порядка 10...12 дБ), и поэтому на первом затворе транзистора VT4 уровень сигнала составляет не менее 8...10 мкВ.

Второй гетеродин приёмника выполнен на транзисторе VT3 почти по такой же схеме, что и первый, только вместо катушки индуктивности применён керамический резонатор ZQ1. В этой схеме генерация колебаний возможна только при индуктивном сопротивлении цепи резонатора (когда частота колебаний находится между частотами последовательного и параллельного резонансов). Нередко в подобных приёмниках во втором гетеродине используют довольно дефицитный комплект — кварцевый резонатор на 500 кГц и ЭМФ с верхней полосой пропускания. Это удобно, но заметно удорожает приёмник. В нашем приёмнике в качестве частотозадающего элемента применён широко распространённый керамический резонатор на 500 кГц от пультов ДУ, имеющий широкий межрезонансный интервал (не менее 12...15 кГц). Конденсаторами C23 и C24 второй гетеродин легко перестраивается по частоте в пределах минимум 493...503 кГц и, как показал опыт, при исключении прямых температурных воздействий имеет достаточную для практики стабильность частоты. Благодаря этому свойству для приёмника подходит практически любой ЭМФ со средней частотой около 500 кГц и полосой пропускания 2,1...3,1 кГц [2]. Это может быть ЭМФ-11Д-500-3,0В или ЭМФДП-500Н-3,1 или ФЭМ-036-500-2,75С, использованный автором. Буквенный индекс указывает, какую боковую полосу относительно несущей выделяет данный фильтр — верхнюю (В) или нижнюю (Н), или же частота 500 кГц приходится на середину (С) полосы пропускания фильтра. В нашем приёмнике это не имеет значения, поскольку при налаживании частоту второго гетеродина устанавливают на 300 Гц ниже полосы пропускания фильтра, и в любом случае будет выделяться верхняя боковая полоса. Требуемую частоту второго гетеродина для конкретного ЭМФ с полосой пропускания Δf (кГц) можно определить по простейшим формулам:

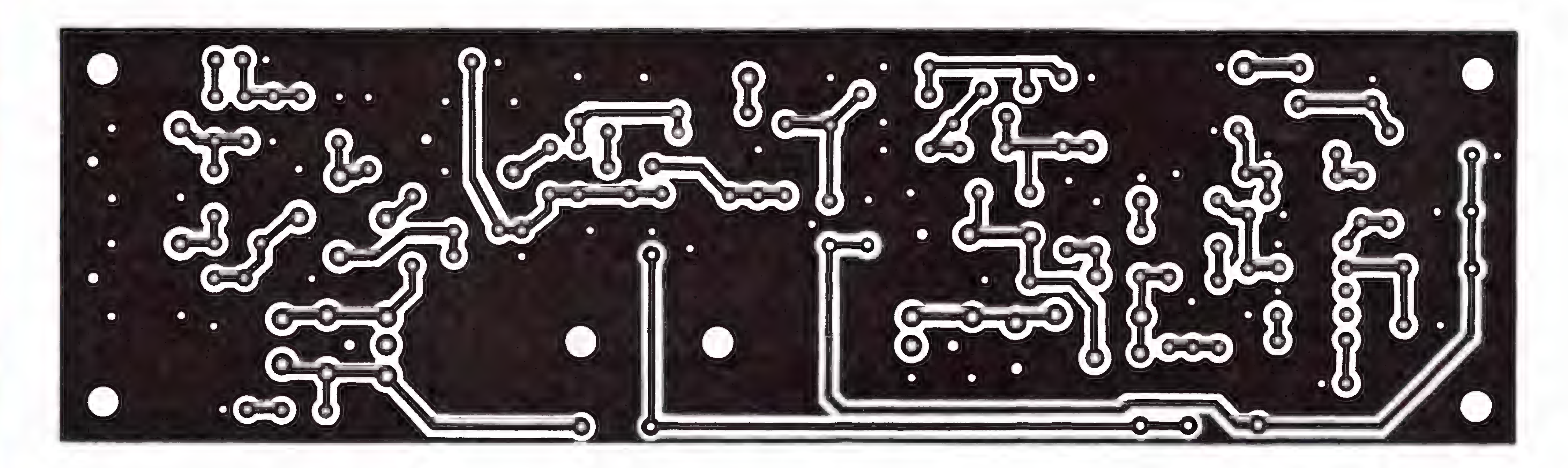
для ЭМФ с верхней полосой
F = 500 кГц;
со средней полосой
F(кГц) = 499,7 – $\Delta f/2$;
с нижней полосой
F(кГц) = 499,4 – Δf.

Сигнал второго гетеродина частотой около 500 кГц (в авторском экземпляре 498,33 кГц) и напряжением примерно 1,5...3 $В_{эфф}$ поступает на второй затвор транзистора VT4. В результате преобразования спектр сигнала переносится в область звуковых частот. Коэффициент преобразования (усиления) детектора — около 4.

Выделенный на резисторе R17 сигнал звуковой частоты амплитудой 30...40 мкВ проходит трёхзвенный ФНЧ (C26R19C27R20C29) с частотой среза примерно 3 кГц. Очищенный от паразитных продуктов преобразования и остатков сигнала второго гетеродина сигнал через разделительный конденсатор C28 поступает на вход УЗЧ (вывод 3 микросхемы DA2) [3]. Для получения требуемой чувствительности и обеспечения эффективной работы АРУ коэффициент усиления УЗЧ повышен до 500 за счёт элементов цепи ООС (R22C30). Нагрузка УЗЧ — регулятор громкости R26 подключён через дополнительный однозвенный ФНЧ (R25C37) с частотой среза примерно 3 кГц. Фильтр снижает внеполосные шумы, что заметно повышает комфортность прослушивания эфира на современные широкополосные малогабаритные динамические головки или низкоомные телефоны.

Сигнал с выхода УЗЧ детектируется диодами VD1, VD2, и управляющее напряжение АРУ поступает в цепь затвора регулирующего транзистора VT5.

Как только уровень напряжения превысит пороговый (около 1 В), транзистор откроется и образованный им и резистором R20 делитель напряжения стабилизирует выходной сигнал звуковой частоты на уровне примерно 0,65...0,7 $В_{эфф}$, что соответствует максимальной выходной мощности примерно 60 мВт. При такой мощности современные импортные динамики с высоким КПД способны озвучить трёхкомнатную квартиру, а вот для некоторых типов отечественных динамиков этого может оказаться мало. В этой ситуации можно повысить в два раза пороговое напряжение АРУ, установив в качестве VD1,



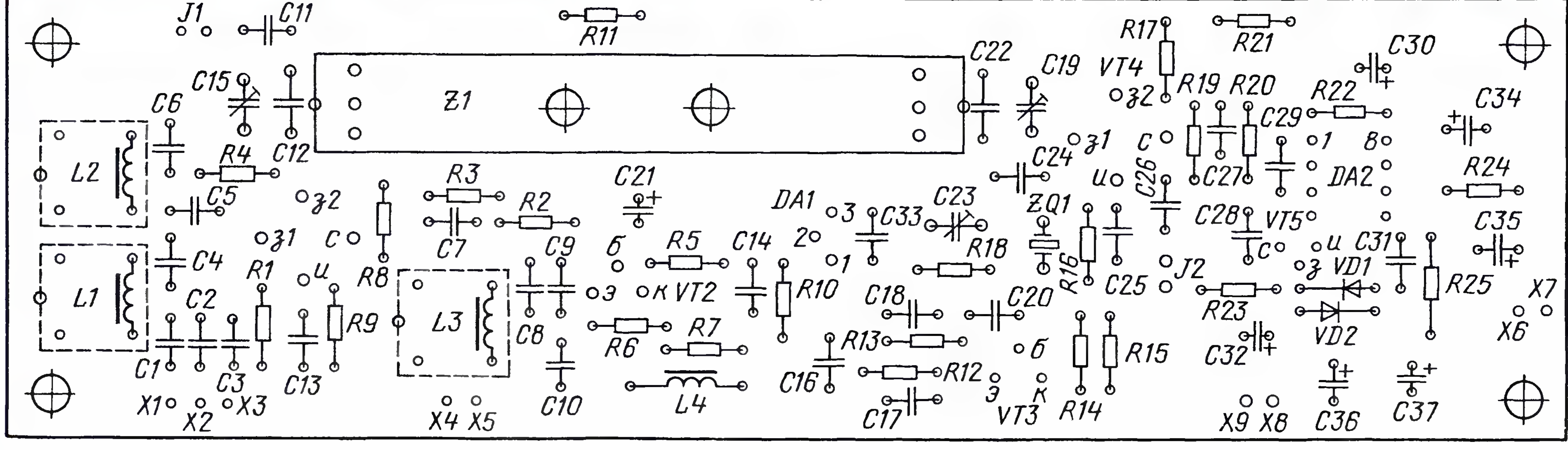


Рис. 3

VD2 красные светодиоды и увеличив напряжение питания УЗЧ до 12 В.

В режиме покоя или при работе на высокоомные головные телефоны приёмник достаточно экономичен — потребляемый ток не превышает 12 мА. С динамической головкой с сопротивлением 8 Ом при максимальной громкости звучания потребляемый ток может достигать 45 мА.

Для питания приёмника годится любой промышленный или самодельный блок питания, обеспечивающий стабилизированное напряжение +9 В при токе не менее 50 мА. Для автономного питания удобно применить гальванические элементы, размещённые в специальном контейнере, или аккумуляторы. Например, аккумуляторная батарея HR22 (типоразмера "Крона") с напряжением 8.4 В и ёмкостью 200 мА·ч обеспечивает более чем трёхчасовое прослушивание эфира на динамическую головку при средней громкости и более десяти часов на высокоомные телефоны.

Все детали приёмника, кроме разъёмов, переменных резисторов и КПЕ, смонтированы на плате размерами 45×160 мм из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Чертежи платы со стороны печатных проводников и расположением деталей приведены на **рис. 3**.

Транзисторы VT1,VT4 могут быть любыми из серий BF961, BF964, BF980, BF981 или отечественные серии КП327. Для некоторых указанных типов, возможно, придётся подобрать номинал резистора в цепи истока для получения тока стока 1...2 мА.

Для гетеродинов подойдут импортные транзисторы структуры n-p-n — 2SC1815, 2N2222 или отечественные КТ312, КТ3102, КТ306, КТ316 с любыми буквенными индексами. Полевой транзистор 2N7000 может быть заменён его аналогами BS170, BSN254, ZVN2120A, КП501А. Диоды 1N4148 — любыми кремниевыми, например, КД503, КД509, КД521, КД522 с любым буквенным индексом.

Постоянные резисторы — любого типа мощностью рассеивания 0,125 или 0,25 Вт. Детали, устанавливаемые навесным монтажом на шасси, также могут быть любого типа. Сдвоенный переменный резистор R27 может иметь сопротивление 1...3,3 кОм, а R26 — 47...500 Ом. Конденсатор настройки C38 — малогабаритный с воздушным диэлектриком и максимальной ёмкостью не менее 240 пФ, например, малогабаритный КПЕ от транзисторного радиовещательного приёмника. Конденсатор следует оснастить простейшим верньером с замедлением 1:3...1:10.

Контурные конденсаторы — малогабаритные керамические КД, КТ, КМ, КЛГ, КЛС, К10-7 с малым ТКЕ (групп П33, М47 или М75) или аналогичные импортные (дисковые оранжевые с чёрной точкой или многослойные с нулевым ТКЕ — MP0). Подстроечные конденсаторы — CVN6 фирмы BARONS или аналогичные малогабаритные. Конденсаторы C26 и C29 желательно применить термостабильные плёночные, металлоплёночные, например, серий МКТ, МКР и аналогичные. Остальные блокировочные керамические и оксидные — любого типа, импортные, малогабаритные.

В качестве катушек ДПФ L1 и L2 применены стандартные малогабаритные дроссели EC24 индуктивностью 22 мкГн. Такой вариант позволяет отказаться от столь нелюбимых многими начинающими радиолюбителями самодельных катушек.

Катушка гетеродина L3 — самодельная. Для её намотки использован готовый каркас с подстроечником диаметром 2,8 мм из феррита 600НН и экраном от стандартных контуров ПЧ 465 кГц отечественных транзисторных радиоприёмников (в частности, от радиоприёмника "Альпинист"). Число витков рассчитывают по формуле $w = 11\sqrt{L}$, где L — индуктивность катушки в мкГн. В нашем случае для получения индуктивности 8,2 мкГн требуется 31 виток провода диаметром 0,17...0,27 мм. После намотки катушки равномерно в трёх секциях внутрь каркаса ввинчивают подстроечник, и затем эту конструкцию заключают в алюминиевый экран. Штатный цилиндрический магнитопровод не используют.

Вообще, в качестве каркаса самодельных катушек можно применить любые доступные радиолюбителю, разумеется, с соответствующей корректировкой печатных проводников.

Очень удобны и термостабильны импортные от контуров ПЧ 455 кГц, подобные применённому в [3], подстроечником которого служит ферритовый горшок, имеющий резьбу на наружной поверхности и шлиц под отвёртку. Число витков определяют по формуле $w = 6\sqrt{L}$, и для катушки индуктивностью 8,2 мкГн потребуется намотать 17 витков провода.

Для популярных броневых магнитопроводов типа СБ-12а формула расчёта числа витков следующая: $w = 6,7\sqrt{L}$, и для получения индуктивности 8,2 мкГн потребуется намотать 19 витков.

Если использованы готовые каркасы диаметром 7,5 мм с подстроечниками

СЦР и экранами от контуров ПЧ блоков цветности телеприёмников, то при длине намотки 8 мм (при малом числе витков намотку ведут виток к витку, а при большом — внавал) формула расчёта — $w = 14\sqrt{L}$. В этом случае для получения индуктивности 8,2 мкГн требуется намотать 40 витков.

Провод во всех вариантах диаметром 0,17...0,27 мм.

Как уже отмечалось выше, в ДПФ в качестве катушек индуктивности применены стандартные импортные малогабаритные дроссели типа EC24 и аналогичные. Разумеется, если приобрести готовые дроссели требуемой индуктивности проблематично, можно применить и в ДПФ самодельные катушки, рассчитав число витков по приведённым выше формулам. И наоборот, если возникнут трудности с намоткой самодельных катушек, в качестве L3 также можно применить готовый импортный дроссель 8,2 мкГн.

Наш коллега Г. Глухов (RU3DBT) при изготовлении этого приёмника пошёл именно таким путём и отмечает вполне удовлетворительную стабильность частоты ГПД [1]. На фотографии (**рис. 4**) показана печатная плата этого приёмника с установленными деталями в его исполнении.

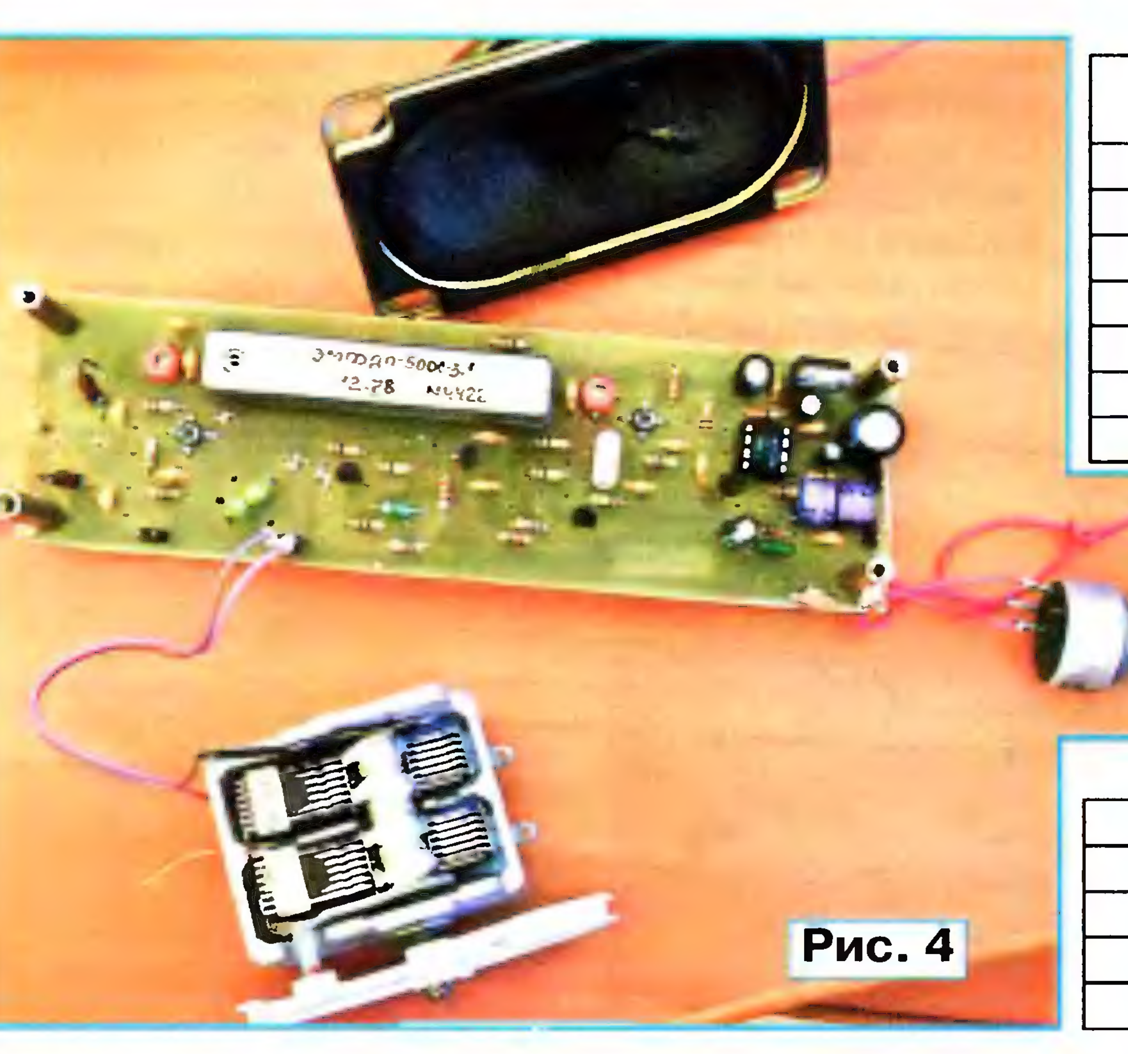


Рис. 4

Дроссель L4 — любой готовый с индуктивностью в пределах 70...200 мкГн. Его можно изготовить самостоятельно, намотав 20—30 витков проводом ПЭВ-2 0,15 на магнитопроводе типоразмера K7×4×2 (K10×6×3) из феррита проницаемостью 600...2000 (большее число витков соответствует меньшим значениям диаметра и/или проницаемости).

Правильно смонтированный приёмник с исправными деталями начинает работать, как правило, при первом же включении. Тем не менее полезно провести все операции по его налаживанию в последовательности, изложенной ниже. Регулятор громкости устанавливают в положение максимального сигнала. С помощью мультиметра, включённого в разрыв цепи питания, проверяют, что потребляемый ток не превышает 12...15 мА и в динамике прослушивается собственный шум приёмника. Затем, переключив мультиметр в режим измерения постоянного напряжения, измеряют напряжения на выводах микросхемы DA2 и транзисторов. Они должны соответствовать данным, приведённым в **табл. 1** и **2**.

Далее проводят простейшую проверку общей работоспособности основных узлов. При исправном УЗЧ прикосновение руки к выводу 3 DA2 должно вызывать появление в динамике громкого, рычащего звука. Прикосновение к общей точке соединения элементов C27, R19, R20 должно привести к появлению такого же по тембру звука, но заметно меньшей громкости — это включилась в работу АРУ. Проверяем токи стоков полевых транзисторов по падению напряжения на истоковых резисторах R9 и R16. Если оно превышает 0,44 В (т. е. ток стока транзистора превышает 2 мА), следует увеличить сопротивление истоковых резисторов и добиться уменьшения тока стока до 1...1,5 мА.

Для установки расчётной частоты второго гетеродина снимаем технологическую перемычку J2 и вместо неё к этому разъёму подключаем частотомер. При этом транзистор VT4 выполняет функцию развязывающего (буферного) усилителя сигнала второго гетеродина, что практически полностью устраняет влияние частотомера на точность установки частоты. Это удобно не только на этапе налаживания, но в дальнейшем, в процессе эксплуатации, позволяя проводить оперативный контроль, а при необходимости и подстройку частот гетеродинов без полной разборки приёмника. Требуемую частоту устанавливают, подбирая конденсатор C24 (грубо) и подстройкой конденсатора C23 (точно). Возвращают на место перемычку J2 и аналогично, подключив частотомер вместо технологической перемычки J1, проводят проверку, а при необходимости и укладку (подстройкой индуктивности L3) и диапазон перестройки ГПД окажется излишне широк, что вполне вероятно при использовании КПЕ с большей максимальной ёмкостью, последовательно с ним можно включить дополнительный растягивающий конденсатор, требуемую ёмкость которого надо будет подобрать самостоятельно.

Для настройки в резонанс входной и выходной обмоток ЭМФ с ГСС на первый затвор транзистора VT1 через конденсатор ёмкостью 20...100 пФ подают немодулированный сигнал с частотой, соответствующей середине полосы пропускания фильтра. Подборкой конденсаторов C12, C22 (грубо) и точной подстройкой конденсаторами C15, C19 настраивают фильтр по максимуму выходного сигнала. Во избежание срабатывания АРУ уровень сигнала ГСС поддерживают таким, чтобы сигнал на выходе УНЧ не превышал 0,4 $В_{эфф}$. Как правило, для ЭМФ неизвестного происхождения неизвестно даже ориентировочное значение резонансной ёмкости, а оно, в зависимости от типа ЭМФ, может быть в пределах от 62 до 150 пФ. Можно существенно облегчить настройку, если предварительно измерить индуктивность обеих катушек ЭМФ, например, посредством простой приставки [4].

Индуктивность катушек фильтра может быть не одинаковой — различие может достигать 10 % (так, в моём экземпляре ЭМФ индуктивности были 840 и 897 мкГн). Требуемые значения ёмкости конденсаторов легко определить по формуле $C=25300/f^2L$, где C — ёмкость, пФ; f — частота, кГц; L — индуктивность, мкГн. Частота в этой формуле должна соответствовать средней частоте полосы пропускания используемого фильтра.

Таблица 1

Выводы транзисторов	Напряжение, В
Исток VT1	0.25
Сток VT1	8,1
Исток VT4	0.25
Сток VT4	6,1
Эм. VT2	2.1
Колл. VT2	5,5
Эм. VT3	2,1

Если значения контурных элементов ДПФ соответствуют указанным на схеме с точностью не хуже ±5 %, дополнительной настройки не требуется. При самодельных катушках настройку фильтра можно выполнить по стандартной методике с использованием ГСС.

Таблица 2

№ вывода DA2	Напряжение, В
1	1,29
3	0
5	4,43
6	8,90

Для нормальной работы приёмника на диапазоне 80 метров желательно подключить наружную антенну длиной не менее 10...15 м. При питании приёмника от батарей полезно подключить заземление или провод, противовес такой же длины. Неплохие результаты может дать использование в качестве заземления металлических труб водоснабжения, отопления или арматуры балконного ограждения в панельных железобетонных зданиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Форум "Простой приёмник наблюдателя с ЭМФ". — **http://www.cqham.ru/forum/showthread.php?t=16795**.

2. **Шульгин К.** Основные параметры дисковых ЭМФ на частоту 500 кГц. — Радио, 2002, № 5, с. 59—61.

3. **Беленецкий С.** Двухдиапазонный КВ приёмник "Малыш". — Радио, 2008, № 4, с. 51—53; № 5, с. 72—74.

4. **Беленецкий С.** Приставка для измерения индуктивности в практике радиолюбителя. — Радио, 2005, № 5, с. 26—28.

***От редакции**. Для того чтобы неравномерность АЧХ ЭМФ в полосе пропускания была минимальной, частоту ГСС при настройке в резонанс катушек фильтра надо выбирать соответствующей одному из минимумов его АЧХ.*

GW INSTEK

Новые модели многоканальных программируемых источников постоянного тока GW Instek

Компания Good Will Instruments (Тайвань) анонсирует выпуск двух новых моделей GPD-72303S (два канала) и GPD-74303S (четыре канала) в серии программируемых источников питания постоянного тока с высокоточной регулировкой выходных параметров. Таким образом, дополнен модельный ряд источников GPD-73303S и GPD-73303D, имеющих три выходных канала (внесены в Госреестр № 46953-11).

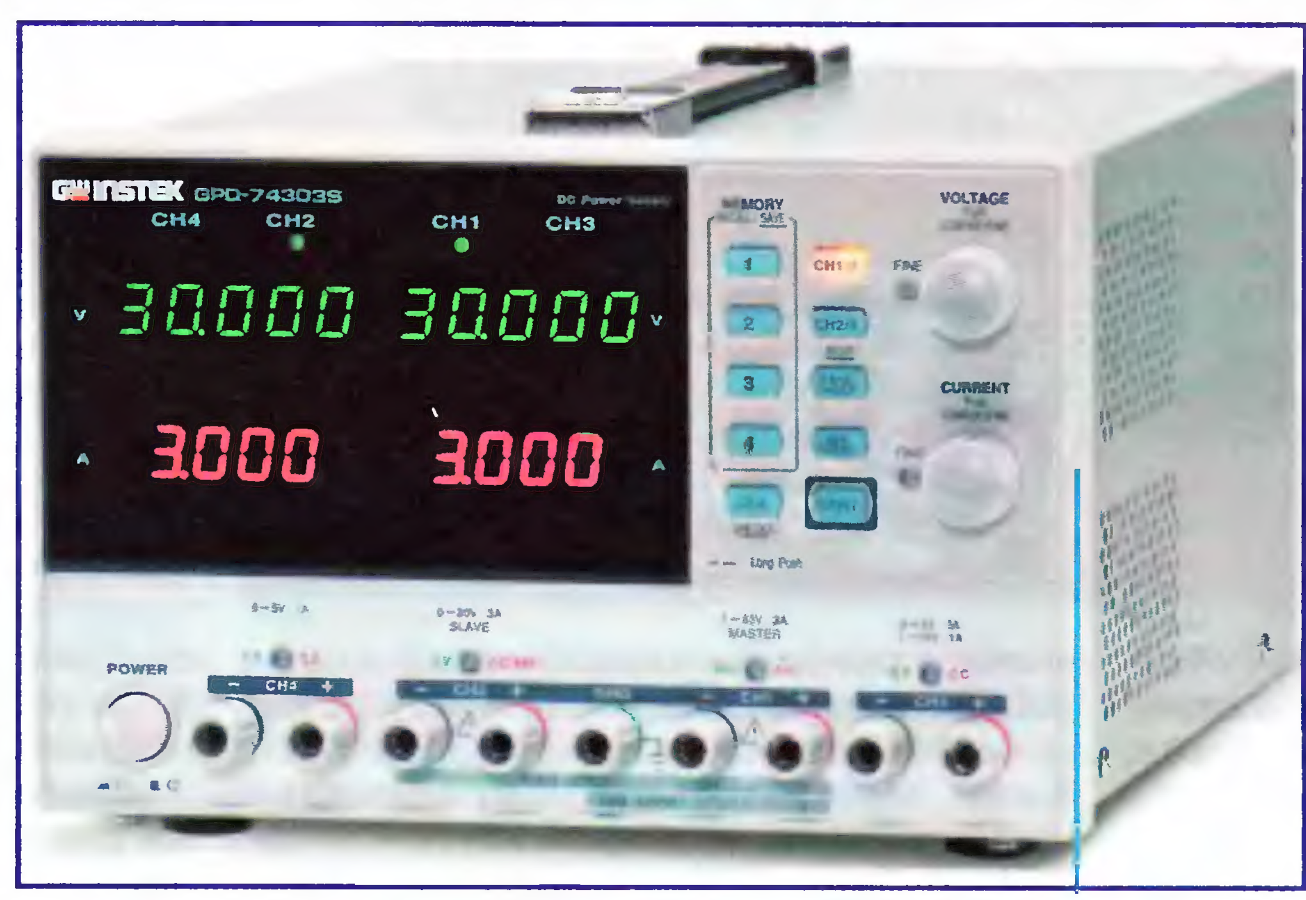
В новых источниках питания (ИП) традиционно использованы светодиодные индикаторы для отображения значения выходных параметров: напряжения — зелёного цвета (4¾ разряда) и тока — красного цвета (3¾ разряда). Выходная мощность источников GPD-72303S/GPD-74303S (на **фото**) — 180 В/195 Вт соответственно.

При установке выходного напряжения и тока обеспечивается максимальное разрешение — 1 мВ/1 мА (единица младшего разряда). Высокое разрешение повышает возможности тестирования или управления подключённой нагрузкой, так как позволяет выполнять практически плавную перестройку значений напряжения и тока (по нарастанию/убыванию). Это особенно важно при необходимости минимальных изменений выходных параметров, что невозможно достичь при использовании большей дискретности перестройки. Серия GPD-7x303S построена на конструктивной платформе и элементной базе, обеспечивающей наибольшую точность установки параметров в источниках питания, предлагаемых сегодня на рынке СИ в данной категории.

Новинки имеют панель электронного управления, внутреннюю память на четыре профиля настроек (запись/вызов), USB-интерфейс для программирования и ДУ с помощью внешнего ПК, интеллектуальную систему охлаждения (адаптивный вентилятор) в совокупности с небольшими массогабаритными параметрами и высокой надёжностью исполнения. Для исключения повреждения нагрузки (объекта тестирования), вызванного нестабильностью выходного напряжения или тока, модели серии GPD-7x303S обеспечивают управление функциональным выходом (вкл./выкл.). Это позволяет избежать риска нанесения ущерба подключённому оборудованию в виде выгорания цепей или повреждения его элементов.

Модели серии оснащены USB-портом, который позволяет организовать дистанционное управление источником по условиям и требованиям пользовательских приложений. Для обеспечения необходимой производительности обмена данными модели имеют возможность выбора скоростей в диапазоне от 9600 бит/с до 115200 бит/с (макс.).

Разработчиками реализован режим внутреннего автотрекинга выходных каналов при последовательном или параллельном их соединении (с возможностью выбора приоритета "Ведущий/Ведомый"). Это позволяет расширить пределы регулировки по напряжению и по току для различных вариантов применения в одном источнике: до 30 В/6 А (параллельное соединение) или 60 В/3 А (последовательное соединение).



Спецификации и параметры новинок

- Число выходов: два (GPD-72303S) и четыре (GPD-74303S).
- Высокое разрешение (шаг регулировки): 1 мВ/1 мА (для всех моделей с индексом "S").
- Выход Канал 1/Канал 2: 30 В/3 А.
- Выход Канал 3 (переключаемый): 5 В/3 А, 5—10 В/1 А (GPD-74303S).
- Выход Канал 4: 5 В/1 А (только GPD-74303S).
- Режим автотрекинга внутренних каналов Канал 1/Канал 2 (посл./парал.).
- Электронная панель управления, имеющая двухуровневые регуляторы настройки и кнопки прямого ввода с подсветкой.
- Внутренняя память для записи и воспроизведения профилей настройки — 4 ячейки.
- Звуковой сигнализатор достижения предельных значений.
- Подача выходного напряжения после установки параметров (включение и выключение функционального выхода источника).
- Интерфейс USB для удалённого управления и программирования.

Основные сферы применения

<u>При разработке (НИОКР) РЭА, поверка/калибровка важны:</u>

— несколько выходов (2/4);
— функция автотрекинга при послед./парал. соединении;
— высокое разрешение, регулировка "Грубо/Точно";
— выход Канал 3 (переключаемый) с выбором фиксированных пределов;
— функция управления выходом (вкл./выкл.);
— интеллектуальная система охлаждения (вентилятор с низким уровнем шума);
— защита от переполюсовки и перегрузки по току.

<u>Для выходного контроля качества, верификации полезны:</u>

— несколько выходов (2/4);
— высокая стабильность напряжения и низкий уровень пульсаций и помех;
— функция автотрекинга при послед./парал. соединении (режим "Ведущий—Ведомый");
— высокое разрешение, регулировка "Грубо/Точно";
— высокая стабильность напряжения и низкий уровень пульсаций и помех;
— функция блокировки органов управления;
— наличие интерфейса USB для встраивания в измерительные системы;
— безопасная установка параметров в сочетании с возможностью управления выходом;
— компактность, оптимальные массогабаритные параметры.

<u>Производственный контроль, ремонт и сервис облегчают:</u>

— несколько выходов (2 / 4);
— функция управления выходом (вкл./выкл.);
— встроенный звуковой предупреждающий извещатель (Buzzer);
— функция автотрекинга при послед./парал. соединении (режим "Ведущий—Ведомый");
— функция блокировки органов управления;
— четыре ячейки внутренней памяти для записи и воспроизведения профилей настройки;
— наличие интерфейса USB для встраивания в измерительные системы (ДУ, программирование);
— безопасная установка параметров в сочетании с возможностью управления выходом;
— компактность, оптимальные массогабаритные параметры.

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте <www.prist.ru>. Консультации по вопросам измерительной техники — по тел. (495) 777-55-91 и по e-mail <info@prist.com>.

АКИП-4107/2
осциллограф
цифровой запоминающий
25 МГц; 200 Мвыб/с
АКИП

USB-осциллографы АКИП

карман не тянут!



25 моделей
Полоса пропускания до 500 МГц
Дискретизация до 5 ГГц
Память до 1 ГБ

5 причин приобрести USB-осциллограф АКИП

- Компактность и мобильность USB-осциллографа
- Тестовая и измерительная лаборатория в одном приборе: осциллограф, генератор, анализатор спектра
- Монитор компьютера больше и удобней экрана традиционного осциллографа
- Возможность сохранения оцифрованного сигнала ограничена только ёмкостью HDD компьютера
- Расширение функциональности с помощью бесплатных обновлений ПО



119071, г. Москва, 2-й Донской пр., д. 10, стр. 4
тел.: (495)777-5591; факс: (495) 633-8502
prist@prist.ru; www.prist.ru